



FACULTAD DE INGENIERÍA Y COMPUTACIÓN

"PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS PARA UNA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA."

Presentado por:

**Alejandra Sofia Bustamante Mora
Karen Joanna Gomez Garcia**

Para optar por el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Asesor: "Felipe Valencia Rivera"

Arequipa, noviembre del 2019

DEDICATORIA

Primero agradecer a Dios por ser nuestro guía de vida y permitirme llegar a cumplir una de mis metas académicas más importantes.

A mis padres y hermanos, por su apoyo y motivación para poder concluir con este estudio. La familia es la base de nuestra formación y es ella quien nos alienta en nuestro desarrollo personal y profesional.

ALEJANDRA SOFIA BUSTAMANTE MORA

Quiero agradecer a Dios, por darme vida para alcanzar esta ansiada meta.

A mis padres, por ser mi ejemplo de responsabilidad, superación y perseverancia no sólo en esta etapa de mi vida, sino en todo momento, ofreciéndome su apoyo incondicional y sus consejos por hacer de mí una mejor persona.

A mi hermano, por haber confiado en mí y brindarme la oportunidad de estudiar en esta Universidad.

A mi esposo, por su paciencia y comprensión, por darme ánimos en los momentos difíciles y el tiempo necesario para desarrollar este estudio.

A mi hijo, sé que aún es muy pequeño para entender mis palabras, pero para cuando pueda hacerlo, quiero que sepa lo mucho que significa para mí. Eres mi principal motivación para continuar esforzándome, estuviste presente en este logro como estás presente en cada cosa que hago.

KAREN JOANNA GOMEZ GARCIA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro Asesor Profesor Felipe Valencia Rivera, por aceptar guiarnos en este estudio, por poder orientarnos y brindarnos las recomendaciones y sugerencias para el buen resultado del presente estudio.

A los profesores de la Universidad Católica San Pablo, los cuales nos impartieron su conocimiento a lo largo de nuestra carrera.

RESUMEN

El presente estudio plantea una propuesta para mejorar el proceso de fabricación de tableros eléctricos de una empresa metalmecánica en la ciudad de Arequipa mediante la reducción de costos.

Se identificó como problema principal, la cantidad de demoras en entrega del producto terminado a causa del tiempo generado por los reprocesos existentes en el proceso de fabricación. El objetivo de este estudio es cuantificar la reducción de los costos implementado la propuesta de mejora que se realizó a lo largo del desarrollo del presente estudio.

La metodología aplicada se basa en el estudio de métodos, análisis documental, observación y toma de datos. El instrumento utilizado fue la entrevista para recolectar información de los trabajadores y disipar dudas, a partir de estas preguntas se obtuvo información sobre la percepción del trabajador ante el problema por el que actualmente está pasando la empresa para poder solucionarlos.

Se identificaron las principales causas de los problemas existentes en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro; destacando la falta de capacitaciones con un 20.06%, la falta de homologación del soldador con una participación del 19.11% y la ausencia de procedimientos (planificación y elaboración) con un 16.24% ponderados en la matriz de priorización.

La propuesta de mejora se realiza al haber identificado una disminución de las ventas en los últimos meses de la empresa metalmecánica y el incremento de la cantidad de demoras en la entrega del producto terminado, con la finalidad que la empresa no se vea afectada por esta disminución de ingresos mensuales, es que se realiza un análisis situacional de la empresa para identificar los problemas presentes en el proceso.

Se determinaron los tiempos ideales de fabricación en un DAP que es alcanzado por la aplicación de las mejoras propuestas, disminuyendo en comparación al tiempo actual de fabricación de tableros eléctricos en un 7.45%, en base a esta reducción se calculan los indicadores que se muestran en la Tabla 85, al eliminar las demoras, los retrasos en cantidad y días reducen a 0, por consiguiente al no demorar más tiempo en ejecutar las actividades, no se incurriría en horas extra; el plan de capacitaciones propuesto, debe ser monitoreado por el equipo de gestión definido, el cual hará cumplir al 100% su

cronograma, esto contribuirá a la reducción a 0 de los reprocesos generados en la fabricación de tableros eléctricos en acero negro.

Los resultados muestran que si es posible reducir los costos de la empresa metalmecánica mediante la reducción de costos en horas extras y materiales generados por reprocesos. Al eliminar los costos generados por Horas Extra y el costo de materiales generados por reprocesos, los costos anuales varían de S/. 163,806.38 a S/. 154,041.18, reduciéndose en un 5.96%, al ser indirectamente proporcional la productividad estimada a los costos, ésta mejoraría en un 6.34%.

Palabras clave: proceso, metalmecánica, costos, metodología 5'S, VSM, Plan de capacitaciones.

ABSTRACT

This work makes a proposal to improve the manufacturing process of electrical panels of a metalworking company in the city of Arequipa by reducing costs.

The main problem was the number of delays in delivery of the finished product due to the time generated by the reprocessing in the manufacturing process. The objective of this study is to quantify the reduction of costs implemented the improvement proposal that was made throughout the development of this study.

The methodology applied is based on the study of methods, documentary analysis, observation and data collection. The instrument used was the interview to collect information from the workers and dispel doubts. From these questions, information was obtained about the worker's perception of the problem that the company is currently going through in order to solve them.

The main causes of the problems existing in the manufacturing process of electrical panels in black steel were identified; highlighting the lack of training with 20.06%, the lack of approval of the welder with a participation of 19.11% and the absence of procedures (planning and preparation) with 16.24% weighted in the prioritization matrix.

The improvement proposal is made to have identified a decrease in sales in the last months of the metalworking company and the increase in the number of delays in the delivery of the finished product, with the purpose that the company is not affected by this decrease of monthly income, is that a situational analysis of the company is carried out to identify the problems present in the process.

The results show that it is possible to reduce the costs of the metalworking company by reducing costs in overtime and materials generated by reprocessing.

The ideal manufacturing times were determined in a DAP that is reached by the application of the proposed improvements, decreasing compared to the current time of manufacture of electrical panels by 7.45%, based on this reduction, the indicators shown in Table 57, by eliminating delays, delays in quantity and days reduced to 0, consequently by not taking more time to execute the activities, extra hours would not be incurred; The proposed training plan must be monitored by the defined management team, which have to complete 100% of this schedule, this will contribute to the reduction to 0 of the

reprocesses generated in the manufacture of electrical panels in black steel.

By eliminating the costs generated by Extra Hours and the cost of materials generated by reprocessing, the annual costs vary from S /. 163,806.38 NUEVOS SOLES to S/. 154,041.18, NUEVOS SOLES, reducing by 5.96% since the estimated productivity is indirectly proportional to costs, it would improve by 6.34%.

Keywords: process, metalworking, costs, 5'S methodology, VSM, Training plan

INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio, es una metalmecánica dedicada al diseño y fabricación de productos metálicos, su producto de mayor demanda son los tableros eléctricos. En los últimos meses se ha observado que las ventas se han reducido, esto ha sido ocasionado por los retrasos en la entrega del producto final.

Analizando las actividades involucradas en el proceso de fabricación de tableros eléctricos, se detectó que una de las deficiencias más importantes, se encuentra en los reprocesos ocasionados por fallas en la soldadura de componentes y en el mal acabado de la pintura en los tableros. Así también, se pudo observar que la planta de producción y su almacén no se encuentran debidamente limpios y ordenados, en el caso del almacén también se identificó la falta de una herramienta de control de materiales, lo cual genera despilfarros por tiempos de espera y dificultad de tránsito para el personal.

Agrupando todas las falencias, se puede llegar a interpretar que la empresa en estudio genera costos adicionales innecesarios, lo cual impacta en la eficiencia de su producción, impidiendo la atención de más órdenes de compra y limitando su capacidad de producción.

En el primer capítulo, se presenta los antecedentes generales de la empresa, hace el planteamiento del problema, junto con el objetivo general y los objetivos específicos que están relacionados y enfocados a la mejora del proceso actual de fabricación de tableros eléctricos en acero negro. Además, se plantea la justificación personal, social y académica, dejando en claro las delimitaciones del presente estudio.

En el segundo capítulo se muestra los antecedentes del presente estudio, los cuales han servido de guía para su elaboración. Así también se presenta el marco teórico donde se desarrolla los conceptos y metodologías utilizadas, como son el estudio de Métodos, que alberga el Diagrama de bloques, el Diagrama de Recorrido, el DAP. Se describen las herramientas de calidad que se utilizaran como el Diagrama del árbol, Diagrama de Ishikawa, la matriz de Priorización y el diagrama de Pareto. La metodología del Lean Manufacturing (VSM, 5's, Poka Yoke, los 08 desperdicios) y el Plan de Capacitaciones.

En el tercer capítulo se mencionan las metodologías de reclutamiento de información utilizados en el presente estudio, como son la Descripción del proceso, el análisis documental el cual se resume en la información que la empresa metalmecánica en estudio

nos ha proporcionado, también mención a las inspecciones visuales realizadas y a la encuentra al personal operativo, cuyos resultados serán procesados estadísticamente. Se desarrolla el diagnóstico actual de la empresa, junto con el análisis del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro, haciendo uso de los diagramas expuestos en el marco teórico. También se realiza el análisis y procesamiento de datos proporcionados por la empresa metalmecánica, trabajadas con estadísticas y se incluye un análisis visual. Así mismo se presentan los indicadores actuales y su medición. Finalmente se desarrolla el Mapeo de la Cadena de Valor actual (VSM), el Análisis de los 8 desperdicios y se identifican los problemas, haciendo uso de las herramientas de calidad mencionadas en el segundo capítulo.

En el cuarto capítulo se explica de forma detallada la Propuesta de Mejora, definiendo sus objetivos, analizando las causas de los problemas identificados en el capítulo anterior, se proponen alternativa de solución, se selecciona la mejora alternativa y el desarrollo minucioso de la mejora propuesta. Se realiza el análisis propiamente dicho de la Mejora Propuesta, estableciendo sus costos, los beneficios que brindará esta propuesta. También se realiza el análisis costo beneficio para identificar si la propuesta es viable.

INDICE GENERAL

1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1.1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1.1. Breve reseña histórica	1
1.1.2. Rubro.....	1
1.1.3. Misión, visión y valores	1
1.1.3.1. Misión.....	1
1.1.3.2. Visión	2
1.1.3.3. Valores.....	2
1.1.4. Organigrama.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Descripción del problema	3
1.2.2. Formulación del problema	4
1.2.3. Sistematización del problema	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.4.1. Justificación Práctica.....	5
1.4.1.1. Personal	5
1.4.1.2. Social	5
1.4.1.3. Académica	5
1.5. LIMITACIONES	6
1.5.1. Temática.....	6
1.5.2. Espacial	6
1.5.3. Temporal	6
2. CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN	7
2.2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.2.1. Proceso	8
2.2.1.1. Elementos y recursos de un proceso.....	8
2.2.1.2. El estudio de Métodos	9
2.2.1.3. Diagrama de bloques	10

2.2.1.4. Diagrama de recorrido	10
2.2.1.5. Diagrama Análisis de Proceso (DAP)	11
2.2.2. Productividad	12
2.2.2.1. Eficiencia.....	12
2.2.2.2. Eficacia	13
2.2.3. Herramientas de calidad	13
2.2.3.1. Diagrama de árbol de problemas	13
2.2.3.2. Diagrama de Ishikawa	13
2.2.3.3. Matriz de Priorización	15
2.2.3.4. Diagrama de Pareto	16
2.2.4. Lean Manufacturing	17
2.2.4.1. Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)	17
2.2.4.2. Análisis de 8 desperdicios	20
2.2.4.3. La Metodología de las 5's	20
2.2.4.4. Poka-Yoke	22
2.2.5. Plan de Capacitaciones.....	22
3. CAPITULO III PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	24
3.1. ASPECTOS METOLOGICOS DE LA INVESTIGACION	24
3.1.1. Diseño de la investigación	24
3.1.2. Tipo de investigación	24
3.1.3. Método de investigación	24
3.1.4. Técnica de investigación	24
3.1.4.1. Observación.....	24
3.1.4.2. Entrevista.....	25
3.1.4.3. Análisis de documentación.....	25
3.1.5. Instrumento de investigación	25
3.1.6. Plan muestral.....	28
3.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA LA PROPUESTA DE MEJORA	28
3.2.1. Métodos de ingeniería a aplicarse	28
3.2.2. Herramientas de Análisis, planificación, desarrollo y evaluación	28
4. CAPITULO IV DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	29
4.1. ANÁLISIS DE PRODUCTOS	29
4.2. ANALISIS DEL PROCESO.....	35
4.2.1. Descripción del proceso	35

4.2.2. Diagrama de bloques	37
4.2.3. Lay out	39
4.2.4. Diagrama de recorrido.....	41
4.2.5. Diagrama de análisis de procesos DAP	43
4.2.6. Identificación de problemas en el proceso	45
4.3. ANALISIS DE DATOS	46
4.3.1. Cantidad producida	46
4.3.2. Ventas.....	48
4.3.3. Costos	49
4.3.3.1. Costo Mano de Obra directa.....	51
4.3.3.2. Costo de horas extras.....	52
4.3.3.3. Costo de materiales por reprocesos	52
4.3.4. Productividad	53
4.3.5. Entregas retrasadas	55
4.3.6. Eficacia.....	56
4.4. ANALISIS VISUAL.....	60
4.4.1. Almacenamiento de materia prima, insumos	60
4.4.2. Soldado.....	61
4.4.3. Pintado.....	61
4.4.4. Curado u horneado	63
4.4.5. Ensamble y colocación de accesorios	63
4.4.6. Almacenamiento de producto final	64
4.5. ANALISIS DE CAPITAL HUMANO	66
4.5.1. Colaboradores	66
4.5.2. Análisis de puestos	66
4.5.3. Levantamiento de información primaria	71
4.5.3.1. Análisis de la entrevista aplicada al Jefe de Producción	71
4.5.3.2. Análisis de la entrevista aplicada a Operadores	74
4.6. MEDICIÓN DE INDICADORES ACTUALES	79
4.7. IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE PROBLEMAS	80
4.7.1. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR -VSM	80
4.7.1.1. Diseño.....	81
4.7.1.2. Requerimiento de materiales	81
4.7.1.3. Adquisición de materiales	82

4.7.1.4. Recojo de Materiales	82
4.7.1.5. Entrega de diseño	83
4.7.1.6. Elaboración	83
4.7.1.7. Esmerilado	84
4.7.1.8. Pintado	85
4.7.1.9. Ensamble y colocación de accesorios.....	86
4.7.1.10. Inspección	86
4.7.1.11. Elaboración de certificados	87
4.7.1.12. Almacenaje	87
4.7.1.13. Mapeo de la Cadena de Valor.....	88
4.7.2. ANÁLISIS DE 8 DESPERDICIOS	94
4.7.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	97
4.7.3.1. Diagrama de Árbol de Problemas.....	97
4.7.3.2. Diagrama de Ishikawa	99
4.7.3.3. Matriz de Priorización	102
4.7.3.4. Diagrama de Pareto	105
5. CAPITULO V PROPUESTA DE MEJORA.....	108
5.1. OBJETIVO DE LA PROPUESTA	108
5.2. ANALISIS DE LOS PROBLEMAS – CAUSALES	108
5.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN PROPUESTA	109
5.3.1. Análisis de causales.....	109
5.3.2. Alternativas de solución	109
5.3.3. Selección de la mejor alternativa	110
5.3.4. Análisis de la propuesta seleccionada	112
5.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	112
5.4.1. Plan de Capacitación	112
5.4.1.1. Cantidad de personas a Capacitar	113
5.4.1.2. Selección de los temas de Capacitación:	113
5.4.1.3. Cantidad de horas de Capacitación.....	113
5.4.1.4. Cronograma de Capacitación	114
5.4.1.5. Costo aproximado de Capacitación	118
5.4.2. Procedimientos Propuestos	119
5.4.2.1. Procedimiento de Planificación del Trabajo.....	119
5.4.2.2. Procedimiento del proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos .	121

5.4.3. Implementación de Poka- Yoke	125
5.4.3.1. Control de utilización de materiales	125
5.4.4. Implementación de 5'S	126
5.4.4.1. Alcance	127
5.4.4.2. Roles y responsabilidades.....	127
5.4.4.3. Fase de Inicio de Implementación	128
5.4.4.4. Secuencia de la implementación de las 5's	128
5.4.5. Formato Kardex	134
5.4.6. Implementación de área de aislamiento	137
5.4.6.1. Layout propuesto	137
5.4.6.2. Diagrama de Recorrido propuesto	139
5.4.7. Relación entre alternativas seleccionadas y propuesta planteada	141
5.5. CRONOGRAMA DE LA PROPUESTA	142
5.6. EQUIPO DE GESTIÓN.....	144
5.7. SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	146
5.8. ANALISIS DE LA PROPUESTA.....	149
5.8.1. COSTO DE LA PROPUESTA	149
5.8.1.1. Plan de Capacitaciones	149
5.8.1.2. Procedimientos	149
5.8.1.3. Implementación Poka-Yoke	150
5.8.1.4. Implementación de 5'S	150
5.8.1.5. Kardex	151
5.8.1.6. Implementación de área de Aislamiento	151
5.8.1.7. Costos totales de la propuesta de mejora.....	151
5.8.2. BENEFICIOS DE LA PROPUESTA	153
5.8.2.1. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) propuesto.....	153
5.8.2.2. VSM propuesto.....	155
5.8.2.3. Estimación de mejora de indicadores	164
5.8.2.4. Estimación de mejoras planteadas	165
5.8.2.5. Beneficio cuantitativo.....	167
5.8.2.6. Beneficio cualitativo.....	170
5.8.3. ANALISIS COSTO- BENEFICIO	170
6. CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
6.1. CONCLUSIONES	173

6.2. RECOMENDACIONES	174
7. BIBLIOGRAFÍA.....	175
8. ANEXOS.....	177
9. APENDICES.....	190

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Organigrama de la empresa metalmecánica	3
Ilustración 2 Diagrama de bloques	10
Ilustración 3 Diagrama de recorrido	11
Ilustración 4 Diagrama de Análisis de Proceso	12
Ilustración 5 Elaboración de Diagrama de Ishikawa	15
Ilustración 6 Diagrama Pareto	17
Ilustración 7 Simbología del VSM	19
Ilustración 8 Guía de presentación y explicación de entrevista al Jefe de Producción ..	26
Ilustración 9 Guía de presentación y explicación de entrevista a Operarios	27
Ilustración 10 Diagrama Pareto - Ingresos por producto	30
Ilustración 11 Diagrama de bloques actual	38
Ilustración 12 Lay Out actual.....	40
Ilustración 13 Actividades del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero Negro	41
Ilustración 14 Diagrama de Recorrido de la Fabricación de Tableros Eléctricos.....	42
Ilustración 15 DAP actual - Tableros Eléctricos en acero negro tamaño grande	44
Ilustración 16 Producción de tableros eléctricos en acero negro 2018	47
Ilustración 17 Ventas de tableros Eléctricos fabricados en acero negro.....	48
Ilustración 18 Productividad de los tableros eléctricos en acero negro	54
Ilustración 19 Porcentaje de cumplimiento de entrega de productos	55
Ilustración 20 Días de retraso en entrega de producto final - 2018	56
Ilustración 21 Eficacia de producción de tableros eléctricos en acero negro 2018	59
Ilustración 22 Almacenamiento de materia prima, insumos.....	60
Ilustración 23 Proceso de soldado	61
Ilustración 24 Proceso de pintado	62
Ilustración 25 Fallas en pintado	62
Ilustración 26 Proceso de Secado	63
Ilustración 27 Disposición de herramientas en el ensamble y colocación de accesorios	64
Ilustración 28 Almacenamiento de productos no conformes y terminados	65
Ilustración 29 Organigrama Propuesto	70
Ilustración 30 VSM Actual	93

Ilustración 31 Diagrama de Árbol de problemas de la empresa metalmecánica	98
Ilustración 32 Diagrama de Ishikawa de la empresa Metalmecánica en estudio.....	101
Ilustración 33 Formato de prioridad de causas según empresa en estudio	102
Ilustración 34 Diagrama de Pareto.....	106
Ilustración 35 Formato propuesto de planificación del trabajo	120
Ilustración 36 Formato de Hoja de trazabilidad propuesto.....	122
Ilustración 37 Formato de reporte de calidad de la empresa metalmecánica	123
Ilustración 38 Modelo de certificado de Garantía de la empresa metalmecánica	124
Ilustración 39 Formato de control de trabajo.....	126
Ilustración 40 Formato de clasificación de elementos.....	130
Ilustración 41 Tarjeta de identificación	131
Ilustración 42 Cronograma de limpieza.....	133
Ilustración 43 Formato de Kardex propuesto	135
Ilustración 44 Códigos de Formato Kardex propuestos.....	136
Ilustración 45 Lay Out propuesto	138
Ilustración 46 Actividades propuestas del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero Negro.....	139
Ilustración 47 Diagrama de recorrido propuesto	140
Ilustración 48 Equipo de Gestión.....	144
Ilustración 49 Formato de Acta de Seguimiento y Control	147
Ilustración 50 Formato de Informe Mensual de Actividades	148
Ilustración 51 DAP propuesto - Tableros Eléctricos en acero negro tamaño grande ...	154
<i>Ilustración 52 VSM Propuesto</i>	<i>163</i>

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de 8 desperdicios	20
Tabla 2 Implementación de las 5'S.....	21
Tabla 3 Productos de la empresa metalmecánica en estudio	29
Tabla 4 Margen de contribución por producto	30
Tabla 5 Tableros eléctricos por tipo de material y tamaño.....	31
Tabla 6 Ingresos tableros eléctricos por material 2018	32
Tabla 7 Ingresos tableros eléctricos en acero negro por tamaño 2018	32
Tabla 8 Actividades de Fabricación de Productos.....	34
Tabla 9 Descripción del proceso de producción de la empresa metalmecánica en estudio	35
Tabla 10 Identificación de problemas en el proceso de fabricación de tableros Eléctricos	45
Tabla 11 Porcentaje mensual de tableros eléctricos en acero negro.....	49
Tabla 12 Costos y Gastos anuales de tableros eléctricos en acero negro	50
Tabla 13 Costos y Gastos mensuales de tableros eléctricos en acero negro 2018.....	50
Tabla 14 Costo de Mano directa de obra mensual actual	51
Tabla 15 Costo de horas extras mano de obra directa	52
Tabla 16 Costos de materiales por reprocesos de tableros eléctricos	53
Tabla 17 Meta mensual y anual de fabricación de tableros eléctricos en acero negro ...	57
Tabla 18 Meta mensual y cantidad producida 2018	58
Tabla 19 Cantidad de colaboradores por puesto de trabajo	66
Tabla 20 Análisis de Puestos	67
Tabla 21 Resultado de entrevista a Jefe de Producción.....	72
Tabla 22 Resultados de entrevista a Operario 1 (AYUDANTE).....	75
Tabla 23 Resultados de entrevista a Operario 2 (MECANICO)	76
Tabla 24 Resultados de entrevista a Operador 3 (MECANICO).....	77
Tabla 25 Resultados de entrevista a Operador 4 (SOLDADOR)	78
Tabla 26 Indicadores de medición del proceso de fabricación de tableros eléctricos	80
Tabla 27 Actividad de diseño	81
Tabla 28 Requerimiento de materiales	81
Tabla 29 Calculo del tiempo de adquisición de materiales para VSM	82

Tabla 30 Adquisición de Materiales	82
Tabla 31 Recojo de materiales.....	83
Tabla 32 Entrega de diseño.....	83
Tabla 33 Cálculo del tiempo de Elaboración para VSM	84
Tabla 34 Elaboración	84
Tabla 35 Esmerilado	85
Tabla 36 Cálculo del tiempo de Pintado para VSM	85
Tabla 37 Pintado	86
Tabla 38 Ensamble y colocación de accesorios.....	86
Tabla 39 Inspección	87
Tabla 40 Elaboración de certificados.....	87
Tabla 41 Cálculo del tiempo de Almacenaje para VSM	87
Tabla 42 Almacenaje	88
Tabla 43 Hoja de Datos del Proceso del Jefe de Producción.....	89
Tabla 44 Hoja de Datos del Proceso de la Asistente de Logística.....	90
Tabla 45 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Asistente de Logística	90
Tabla 46 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Elaboración	91
Tabla 47 Cálculo del tiempo entre Esmerilado y Pintado	91
Tabla 48 Cálculo del tiempo entre Ensamble y colocación de accesorios e Inspección	92
Tabla 49 Análisis de 8 desperdicios identificados en la empresa metalmecánica	95
Tabla 50 Resultados de ponderación de causas según la empresa	103
Tabla 51 Matriz de Priorización de la empresa Metal Mecánica en estudio	104
Tabla 52 Causa-Priorización.....	105
Tabla 53 Causa-Ponderación acumulada.....	106
Tabla 54 Problemas y Causales	108
Tabla 55 Análisis de Solución de los causales	109
Tabla 56 Alternativas de solución por causales.....	110
Tabla 57 Selección de Alternativas de solución por causales	111
Tabla 58 Horas de Capacitación propuestas	114
Tabla 59 Cronograma de Capacitaciones	115
Tabla 60 Resumen de temas de Capacitación.....	118
Tabla 61 Costos aproximados de Capacitación	119
Tabla 62 Criterios de selección de elementos innecesarios	129
Tabla 63 Relación alternativa seleccionada - propuesta planteada.....	141

Tabla 64 Cronograma de implementación de las propuestas planteadas.....	143
Tabla 65 Persona responsable y encargada de cada propuesta de mejora	145
Tabla 66 Reemplazos de personal de Equipo de Gestión.....	148
Tabla 67 Costos de Capacitaciones	149
Tabla 68 Costos de las 5´S.....	150
Tabla 69 Costo de área de aislamiento	151
Tabla 70 Costos Útiles de escritorio	152
Tabla 71 Costos totales de la mejora	152
Tabla 72 Calculo del tiempo de adquisición de materiales para VSM Propuesto	156
Tabla 73 Hoja de Datos propuesta para Adquisición de materiales	156
Tabla 74 Cálculo del tiempo de Elaboración para VSM Propuesto	157
Tabla 75 Hoja de Datos propuesta para Elaboración.....	157
Tabla 76 Cálculo del tiempo de Pintado para VSM Propuesto	158
Tabla 77 Hoja de Datos propuesta para Pintado.....	158
Tabla 78 Hoja de Datos del Proceso propuesto del Jefe de Producción.....	160
Tabla 79 Hoja de Datos del Proceso propuesto de la Asistente de Logística.....	161
Tabla 80 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Asistente de Logística.....	161
Tabla 81 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Elaboración	162
Tabla 82 Cálculo del tiempo entre Esmerilado y Pintado	162
Tabla 83 Cálculo del tiempo entre Ensamble y colocación de accesorios e Inspección	162
Tabla 84 Nuevos costos y gastos anuales 2018	165
Tabla 85 Estimación de mejora de indicadores	166
Tabla 86 Beneficio Sin Mejora.....	168
Tabla 87 Beneficio Con Mejora.....	169
Tabla 88 Costos de la propuesta mensuales.....	171
Tabla 89 Costo-Beneficio de la propuesta	172

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1</i> Manual de Orden y Limpieza propuesto.....	177
<i>Anexo 2</i> Procedimiento de Planificación propuesto	180
<i>Anexo 3</i> Procedimiento de Fabricación de tableros eléctricos.....	183

INDICE DE APENDICES

Apéndice 1 Costo Software Logístico	190
Apéndice 2 Costo Excel Básico e Intermedio	190
Apéndice 3 Costo Excel Avanzado	193
Apéndice 4 Costo Curso Administración Logística	194
Apéndice 5 Costo de Homologación de soldadores	195
Apéndice 6 Costos materiales área de aislamiento	196
Apéndice 7 Útiles de aseo.....	197
Apéndice 8 Útiles de Escritorio	198

1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1.1. Breve reseña histórica

La empresa metalmecánica en estudio inicia sus operaciones en el año 2012 en la ciudad de Arequipa, en un taller de 180m², donde se realizaban pequeños trabajos de diseño y fabricación de productos de metalmecánica. Hoy en día realiza ingeniería de diseño básica y fabricación de tableros eléctricos, gabinetes, bandejas portables, entre otros, dirigido al sector Industrial. Minero y de Construcción.

1.1.2. Rubro

La empresa en estudio pertenece al rubro de metalmecánica, la cual realiza las siguientes actividades:

- Fabricación de tableros eléctricos.
- Fabricación de gabinetes contra incendios.
- Fabricación de bandejas porta cables.
- Fabricación de cajas de paso

Dentro de los cuales se encuentran los tableros eléctricos como el producto de mayor demanda para la empresa.

El Ministerio de la producción, señaló que, en el año 2018, la industria de estructuras metálicas incrementó en un 13,6% en comparación al año 2017, esto debido a la mayor inversión minera de grandes proyectos iniciados como Quellaveco, Mina Justa y la ampliación de Toromocho. En el primer cuatrimestre del año 2019 creció en un 17.9% a comparación del año anterior (Producción, 2019), indicando que la industria metalmecánica está en crecimiento.

1.1.3. Misión, visión y valores

1.1.3.1. Misión

“Diseñar, producir y comercializar productos de metalmecánica de alta calidad,

garantizando la calidad, el rendimiento y la seguridad de sus productos.”

1.1.3.2. Visión

“Ser la empresa líder en fabricación de productos de metalmecánica, basado en exigentes criterios de calidad e innovación.”

1.1.3.3. Valores

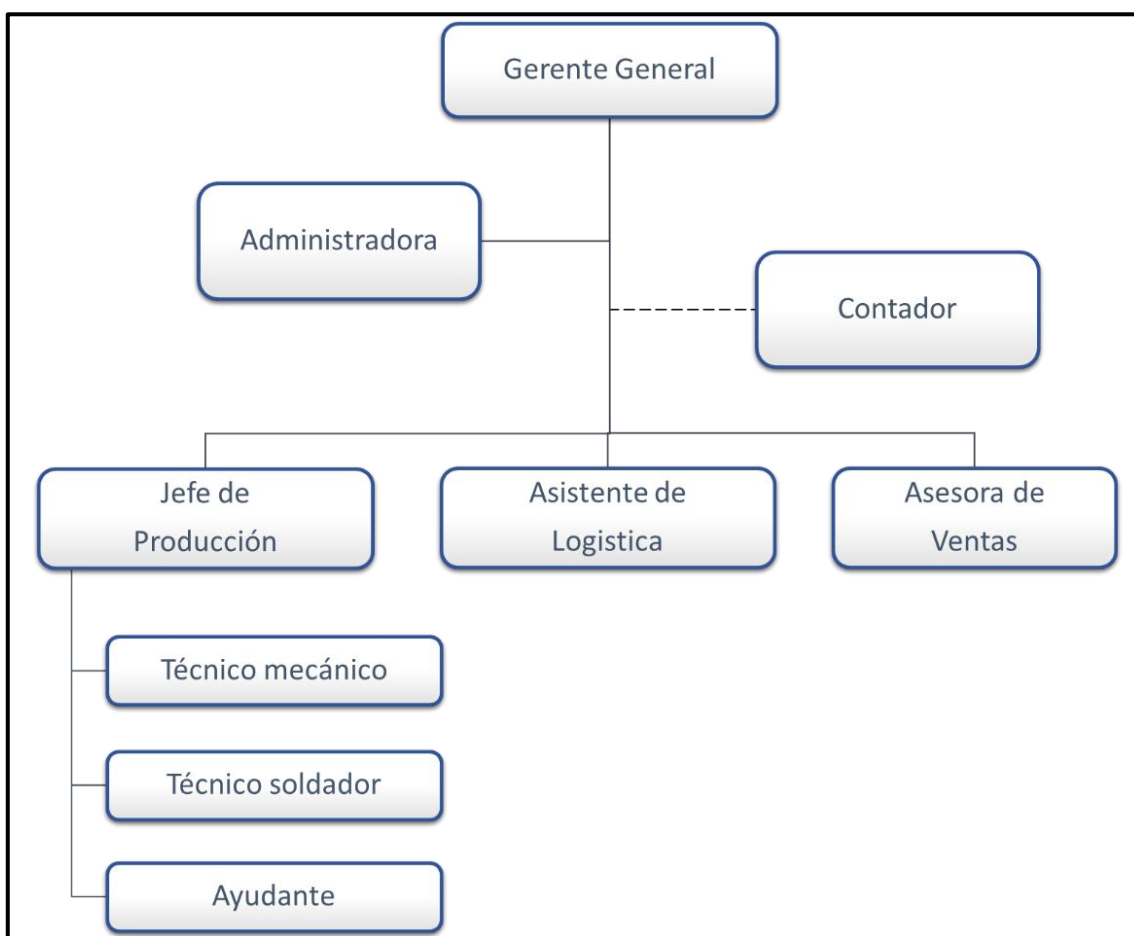
La empresa metalmecánica cuenta considera los siguientes valores dentro de su cultura organizacional que son fomentados en todos los trabajadores:

- **Puntualidad:** “Nos esforzamos con el cumplimiento de la entrega de productos y servicios hacia nuestros”
- **Responsabilidad:** “Cumplimos con la legislación nacional promoviendo el desarrollo social económico y ambiental de nuestra comunidad.”
- **Compromiso:** “Consideramos el compromiso como el fenómeno esencial para coordinar acciones con otros.”

1.1.4. Organigrama

En la Ilustración 1, se presenta el organigrama actual de la empresa metalmecánica en estudio con el objetivo de analizar cómo está organizada la empresa e identificar los puestos de trabajo con los que cuenta.

Ilustración 1 Organigrama de la empresa metalmecánica



Tomado de: Área de Administración de Empresa metalmecánica

Como se observa se tiene un organigrama por puesto de trabajo y de estructura vertical lo que significa que está basado según los niveles jerárquicos en la empresa, donde el máximo ente es el Gerente General y este a su vez tiene como soporte a la administradora, con el fin de tener claros los protocolos de actuación en las diferentes situaciones.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema

La empresa en estudio, es una metalmecánica dedicada al diseño y fabricación de productos metálicos, dentro de los cuales se encuentran los tableros eléctricos como el producto de mayor demanda para la empresa.

En los últimos meses las ventas mensuales han ido disminuyendo, a causa de la cantidad de retrasos en la entrega del producto final.

Observando y analizando los procesos de fabricación de todos sus productos, se concluyó que la fabricación de tableros eléctricos es el proceso donde intervienen mayor cantidad de actividades y donde se detectaron deficiencias en relación a reprocesos ocasionados por fallas en la soldadura de componentes y en el mal acabado de la pintura en los tableros.

A lo anterior expuesto se adiciona que, la planta de producción no se encuentra con el orden adecuado, al igual que en su almacén para el cual no existe un mecanismo de control de materiales, lo cual genera despilfarros por tiempos de espera.

Finalmente, es notoria la ausencia de un procedimiento en el área de producción donde se detallen las actividades y los responsables que asegure a la empresa que se están ejecutando correctamente

A raíz de esto se puede interpretar que la empresa genera costos adicionales innecesarios, lo cual impacta en la eficiencia de su producción, impidiendo la atención de más órdenes de compra y limitando su capacidad de producción.

1.2.2. Formulación del problema

Con el presente estudio se busca determinar ¿Se logrará reducir los costos de la empresa al Implementar una Mejora en el Proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos?

1.2.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual del proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro?
- ¿Existen problemas en el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro?
- ¿Cuáles son las mejoras propuestas para mitigar los problemas en el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro?
- ¿Cuál es el Análisis Costo-Beneficio de las mejoras propuestas para el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta para la mejora del proceso de Fabricación de tableros eléctricos de una metalmecánica en la ciudad de Arequipa, para la reducción de costos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de situación actual de la empresa metalmecánica para encontrar los problemas presentes en el proceso de Fabricación de Tableros eléctricos en acero negro.
- Identificar las causas de los problemas que existen en el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro mediante herramientas de Ingeniería Industrial.
- Proponer mejoras para mitigar y/o eliminar las causas de los problemas encontrados en el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro.
- Realizar un análisis costo/beneficio entre el proceso actual y la mejora propuesta para proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Justificación Práctica

Este trabajo tiene tres impactos importantes:

1.4.1.1. Personal

La primera es la relevancia personal que conseguiremos con la mejora del proceso de fabricación de tableros eléctricos, para lograr el Título como Ingenieras Industriales

1.4.1.2. Social

La segunda es la relevancia social en la cual buscamos aportar a la empresa estableciendo una mejora del proceso de fabricación de tableros eléctricos, así como la oportunidad de ofrecer a los clientes mejores condiciones de calidad y tiempo de entrega.

1.4.1.3. Académica

Finalmente, pero no menos importante es la relevancia académica que tendrá esta tesis, la cual es el apoyo para nuestro crecimiento profesional por permitirnos la oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

1.5. LIMITACIONES

1.5.1. Temática

El objeto de la presente tesis, es evaluar el proceso actual que tiene la empresa, para la fabricación de tableros eléctricos.

1.5.2. Espacial

La mejora propuesta está enfocada a la empresa metal mecánica ubicada en la ciudad de Arequipa.

1.5.3. Temporal

El presente trabajo será llevado a cabo en un periodo aproximado de 4 meses.

2. CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Análisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa metalmecánica de sistemas de Izajes para Centros Mineros, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial, Vanessa Sofía Benites Aliaga, 2017 - Pontificia Universidad Católica Del Perú

Aplicar un estudio de métodos, permitió identificar a detalle las actividades de una operación donde existía un retraso en la fabricación de un Skip y también se logró utilizar estos diagramas de operaciones en un muro visible para todos los trabajadores.

La propuesta de mejora basada en la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing busca que el personal desarrolle poco a poco una cultura de pertenencia en sus procesos, con la finalidad de asumir la responsabilidad por fabricar piezas sin fallas y de esta formar poder entregar el producto terminado en un corto plazo.

La implementación de las 5s logró convertir 88 horas-hombre, en horas productivas, el tiempo invertido en la búsqueda de materiales y constantes visitas al almacén no añadían valor. Así mismo, el consumo del material principal, se logró reducir en un 20%.

Propuesta de Reducción de Tiempo de Entrega en el proceso productivo de una Metalmecánica, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial y Comercial, Mariela Beatriz Jiménez Bielich, 2017-Universidad San Ignacio de Loyola.

Mediante las técnicas de análisis de causas, se logró determinar las razones que impactaban en el cumplimiento de entregas.

Dentro del análisis del proceso, se logra identificar las fallas en cada actividad para poder determinar en cuales de ellas se generan causas para el retraso de la producción.

Como resultado del estudio se redujo el tiempo de producción en un 19.6%.

Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica, Rubén Darío Torres Gallardo, 2014 - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Se identificó que el principal problema con el que se cuenta es la gran cantidad de productos con defectos, los mismos que producen un exceso en la cantidad de reprocesos

y también, grandes pérdidas monetarias

Al disminuir la cantidad de desperdicios durante el proceso de fabricación, ocasiona que este fluya de manera más ágil y rápida, logrando disminuir los cuellos de botella y los tiempos.

Resulta de vital importancia para la empresa contar con un instructivo de tal forma que los operarios conozcan lo que se debe hacer antes, durante y después de las operaciones en las que trabajan.

El contar con una herramienta de mejora continua permite a la empresa reconsiderar la situación en la que se encuentra de manera permanente. De este modo, se logran mejoras sustantivas, pues el objetivo consiste en tratar de superar los beneficios ya alcanzados.

Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción en la empresa textil Dacord S.R.L, Pte. Piedra, 2017. Milner Palacios Gómez, 2018-Universidad César Vallejo

Aplicando la metodología de las 5`s se pudo recuperar espacios importantes, teniendo el adecuado orden y limpieza, reduciendo así tiempos de búsqueda de materiales, al ser aplicada esta metodología conjuntamente al trabajo estandarizado, es que se logra aumentar la productividad de un 75% a un 94%. Con estas herramientas también se logró la reducción del tiempo estándar de fabricación en un 12.52%.

Se puede finalizar indicando que la investigación del estudio es viable, al obtener un VAN positivo y un TIR superior a la tasa mínima de rentabilidad.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Proceso

Según la ISO, los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, donde se transforman elementos de entrada en elementos de salida. Aquí pueden participar partes tanto internas como externas y también hay que tener en cuenta los clientes. (Bravo, 2008)

2.2.1.1. Elementos y recursos de un proceso

Se utilizan 6 recursos para el desarrollo de las actividades secuenciales de un proceso:

- Mano de obra: está compuesto por el esfuerzo o las capacidades humanas, que pueden ser tanto físicas como intelectuales; ambas aplicadas a la materia prima.
- Materiales: son aquellas entradas que serán transformadas.
- Maquinaria y/o equipo: consiste en máquinas, software y hardware, las instalaciones, entre otras.
- Métodos: son los procedimientos, políticas, reglamentos, estándares, utilizados en la realización de una actividad.
- Medios de control: son aquellas herramientas usadas en la medición de resultados y del desempeño de la operación realizada.
- Medio Ambiente: lo conforman las fuentes naturales, donde se ejecuta el proceso, por ejemplo: la iluminación, la ventilación, el ruido, etc.

2.2.1.2. El estudio de Métodos

El rendimiento de las horas hombres, está condicionada a las horas máquina, materiales y procedimientos de trabajo utilizados en la empresa. Al enfocarse en la mejora de los procedimientos, también se enfoca en incrementar la productividad, aumentando la capacidad de producción, analizando detalladamente cada actividad involucrada, la cantidad de materiales, hora hombre y horas máquina.

El estudio de métodos, es tradicionalmente usado como la técnica que tiene como objetivo evitar el flujo repetitivo de material y de personal, analizando de forma crítica y sistemática la manera en que se desarrollan las actividades con el objetivo de efectuar mejoras, permitiendo identificar soluciones potenciales de mejora y seleccionar las que se adecuen mejor al proceso.

Esta técnica permite que las actividades que forman parte del proceso, se mejoren de forma continuada, bajo los principios de eficiencia y eficacia. (Niebel & Freivalds, 2013)

El Estudio de Métodos cuenta con las siguientes etapas:

- Selección del proceso a evaluar.
- Registro de los hechos
- Evaluación del proceso
- Identificación de posibles soluciones

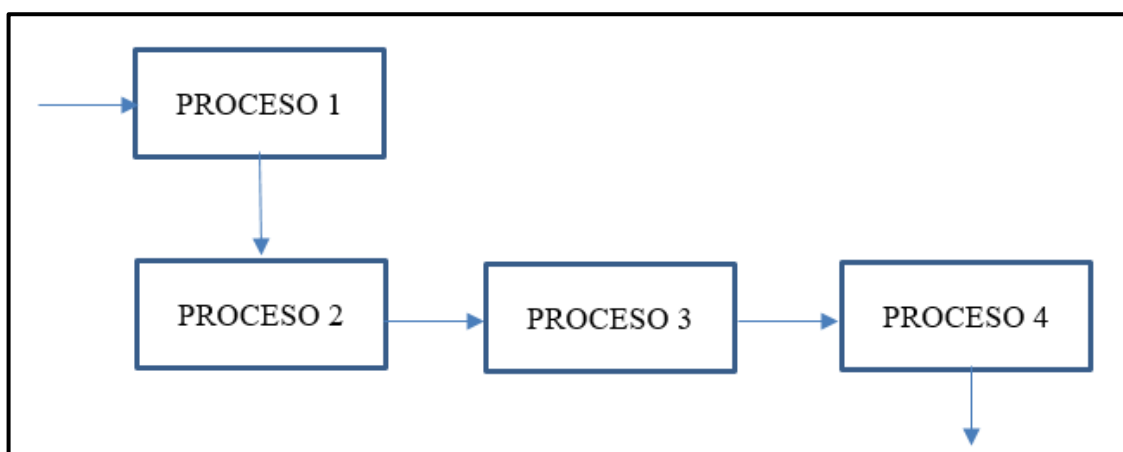
- Evaluación de posibles soluciones
- Propuesta de mejora, detallada y clara.

Para poder registrar los hechos, se pueden considerar 6 categorías de importancia de relaciones. Una vez fijado el procedimiento que se va a evaluar, se procede al registro de hechos. Encontramos las siguientes técnicas más comunes:

2.2.1.3. Diagrama de bloques

Diagrama que muestra el funcionamiento de un proceso a través de distintos bloques con sus vínculos, permitiendo de este modo evidenciar la organización del conjunto. Está representados por rectángulos como se observa en la Ilustración 2.

Ilustración 2 Diagrama de bloques



Tomado de: (Niegel & Freivalds, 2013)

2.2.1.4. Diagrama de recorrido

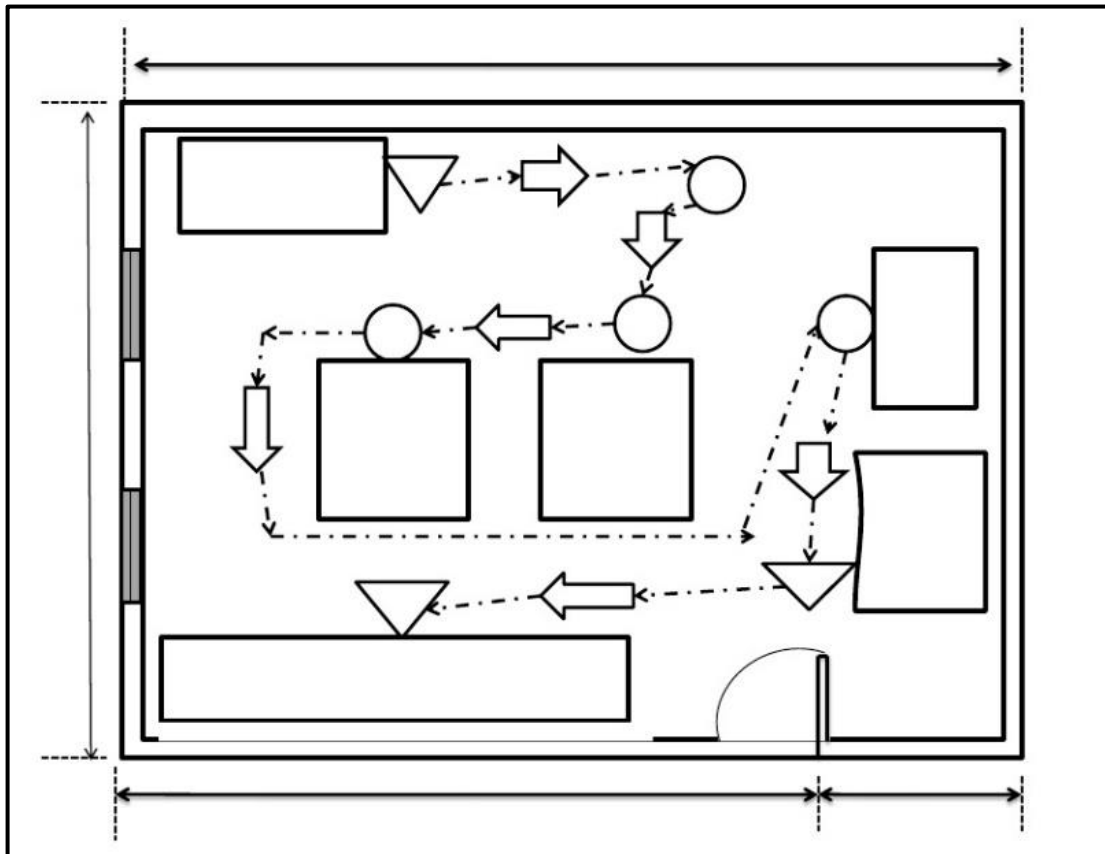
Muestra en forma ordenada el reparto de actividades del proceso final, este diagrama debe tomar en cuenta el plano de la planta de producción, así como la maquinaria y equipos a utilizarse.

Se usan los mismos símbolos que en el diagrama de flujo. Este diagrama contribuye a lograr un flujo más lineal, tratando de no volver a los mismos procesos, minimizando el cruce de líneas de flujo, como se observa en la Ilustración 3.

Existen dos tipos:

- Tipo “Material”: presenta el proceso según los hechos ocurridos al material.
- Tipo “Hombre”: presenta el proceso referidos a las actividades del hombre.

Ilustración 3 Diagrama de recorrido



Tomado de: (Niegel & Freivalds, 2013)

2.2.1.5. Diagrama Análisis de Proceso (DAP)

Como se observa en la Ilustración 4, este diagrama es más detallado que el diagrama de operaciones, considerando también:

- Operación: Ejecución de un trabajo en una parte del producto.
- Transporte: se considera todo movimiento que realice una persona dentro del área de producción mayor a 1.5 metros.
- Inspección: Utilizado para trabajo de control de calidad
- Retraso: se considera cuando se acumulan materiales entre una actividad u otra, pudiendo ser mejorado.

- Almacenamiento: acopiar materiales entre dos actividades, como parte del proceso productivo.

Ilustración 4 Diagrama de Análisis de Proceso

DETALLES DEL MÉTODO											
		Actual <input checked="" type="checkbox"/>		Propto. <input type="checkbox"/>							
		OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRASO	ALMACENAJE	OPERACIÓN/INSPECCIÓN	Distancia mts.	Cantidad	Tiempo	Observaciones
1	Demora 1	○	⇒	□	●	▽	□			0.24 min/jer	
2	Transporte 1	○	●	□	□	▽	□	15.3 mts.	10000 eqq 1/438		
3	Operación/inspección 1	○	⇒	□	□	▽	●				
4	Operación 1	●	⇒	□	□	▽	□				
5	Operación 2	●	⇒	□	□	▽	□				

Tomado de: (Niebel & Freivalds, 2013)

2.2.2. Productividad

Tanto para Prokopenko (1989) como para García (2011) la productividad es la relación que existe entre los productos fabricados y los insumos que se utilizaron o los factores de la producción que intervinieron.

Esto se suele representar con la fórmula:

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos Empleados}$$

Como se observa el índice de productividad refleja la buena utilización de todos los factores de producción, tanto los críticos como los importantes, en un periodo específico. (Prokopenko, 1989). En tal sentido, una productividad mayor significa obtener más utilizando la misma cantidad de recursos (García Cantú, 2011).

2.2.2.1. Eficiencia

Es la división entre la producción obtenida y los insumos que se utilizaron realmente (García Cantú, 2011). Su fórmula es:

$$Eficiencia = \frac{Producción\ obtenida}{Entrada\ de\ la\ materia\ prima}$$

2.2.2.2. Eficacia

Es la división entre los productos obtenidos y las metas que se tienen establecidas. (García Cantú, 2011). Su fórmula es:

$$Eficacia = \frac{Producción\ obtenida}{Meta}$$

2.2.3. Herramientas de calidad

2.2.3.1. Diagrama de árbol de problemas

El Diagrama de Árbol, es un instrumento con el cual se busca tener un enfoque general sobre los mecanismos necesarios para lograr una meta o resolver un problema.

Iniciando por la meta propuesta, se va añadiendo detalles sobre los mecanismos a usar. La meta propuesta es la que abarca mayor especificación, para luego seguir identificando niveles específicos, determinadas por metas intermedias, las cuales tienen como objetivo la meta propuesta.

La utilización del Diagrama de Árbol permite disgregar cualquier meta propuesta, en fases, así como determinar tareas minuciosas para alcanzar un objetivo. (M. Chevalier, 2006)

2.2.3.2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, conocido también como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una forma de organizar y representar las diferentes hipótesis sobre las causas de un problema.

Permite representar gráficamente el conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia, o bien el conjunto de factores y sub-factores que contribuyen a generar un efecto común. (Crosby, 1979)

Así también, Kaoru Ishikawa (1976) nos presenta la segmentación del Diagrama del

pescado, el cual se secciona en base a las 5M (Mano de Obra, Materiales, Medio Ambiente, Maquinaria y Método) y nos define 04 pasos para elaboración dicho diagrama, los cuales son como siguen:

- **Paso 1:** Escriba el problema al lado derecho y enciérrelo en un rectángulo. Dibuje una flecha ancha de izquierda a derecha, con la punta de la flecha en dirección hacia el problema.
- **Paso 2:** Identifique los factores principales que causan ese problema: agrúpelos por mano de obra, método, materiales, máquina y medio ambiente.
- **Paso 3:** En la cola de cada flecha, dibuje un rectángulo y anote cada causa mayor posible que identifique en el paso 2. A medida que se identifiquen las causas de estas causas mayores, éstas se agregan al diagrama dibujando flechas en forma de ramificaciones de la flecha principal.
- **Paso 4:** Registre los factores detallados de cada causa mayor y señálelos con flechas más pequeñas en forma de ramas conectadas a las flechas correspondientes.

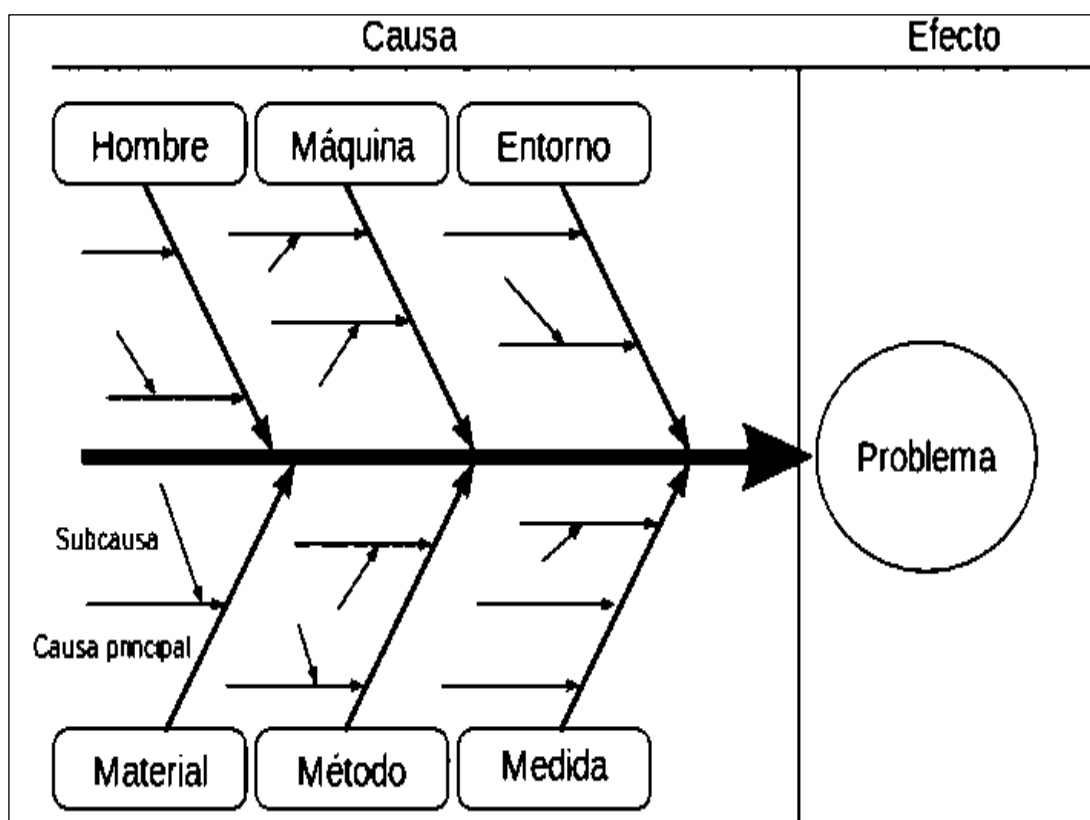
Por otro lado, (Niebel & Freivalds, 2014), nos muestra la subdivisión de las causas para la elaboración del Diagrama de Causa-Efecto, las cuales son conocidas también como las 6'M de la Calidad, las cuales se definen de la siguiente manera:

- **Maquinaria y equipo (MÁQUINA):** se refiere a contar con el equipo y la maquinaria apropiada al producto y proceso, así como llevar un control de mantenimiento preventivo con la finalidad de evitar fallas o contratiempos.
- **Mano de obra (HOMBRE):** se refiere a la preocupación por mantener en constante capacitación a todos los trabajadores, para ofrecer un producto o servicio con personal calificado.
- **Medio ambiente (ENTORNO):** se refiere a preservar el área de trabajo en buenas condiciones, con la finalidad de garantizar el bienestar del personal, de tal forma que al sentirse parte de la organización se promueva un buen ambiente de trabajo entre los trabajadores, además de tener una buena infraestructura.

- Materia prima (MATERIAL): se refiere a buscar los mejores proveedores que se adapten a las necesidades del producto, aportando a la calidad del proceso, así como tener el material a disposición del proceso para evitar retrasos.
- Métodos: se refieren al buen control de la documentación de los procesos, así como contar con una técnica de medición de los procesos, con la finalidad de llevar una mejora continua en los diferentes sistemas de producción o métodos de trabajo.
- Medición (MEDIDA): Se refiere a contar con un buen equipo de control de calidad e instrumentos de medición precisos, para poder ofrecer un servicio de calidad.

En la Ilustración 5, se muestra un bosquejo de lo que sería la elaboración del Diagrama de Causa-Efecto, basándonos en las 6 M.

Ilustración 5 Elaboración de Diagrama de Ishikawa



Tomado de: (Niegel & Freivalds, 2014),

2.2.3.3. Matriz de Priorización

Es una herramienta que es usada para definir prioridades en actividades o tareas en base a criterios de ponderación sugeridos.

Se realiza en base a la combinación de dos herramientas, las cuales son el diagrama del árbol y el diagrama Ishikawa.

Con esta herramienta se clasifica las causas de los problemas, en base a un criterio particular que se extrae de los puntos más importantes para la organización en evaluación, con el fin de ver con mayor claridad las causas de los problemas en los que se tiene que trabajar primero. (Barrio, 1990)

2.2.3.4. Diagrama de Pareto

Vilfredo Pareto, economista italiano fue quien descubrió que, en promedio, el 80 % de las cosas son de poca importancia y sólo el 20% es importante.

El Principio de Pareto es también conocido como la Regla de 80/20, donde aparecen los distintos elementos que participan en un fallo y se pueden identificar los problemas realmente importantes, que generan el mayor porcentaje de errores.

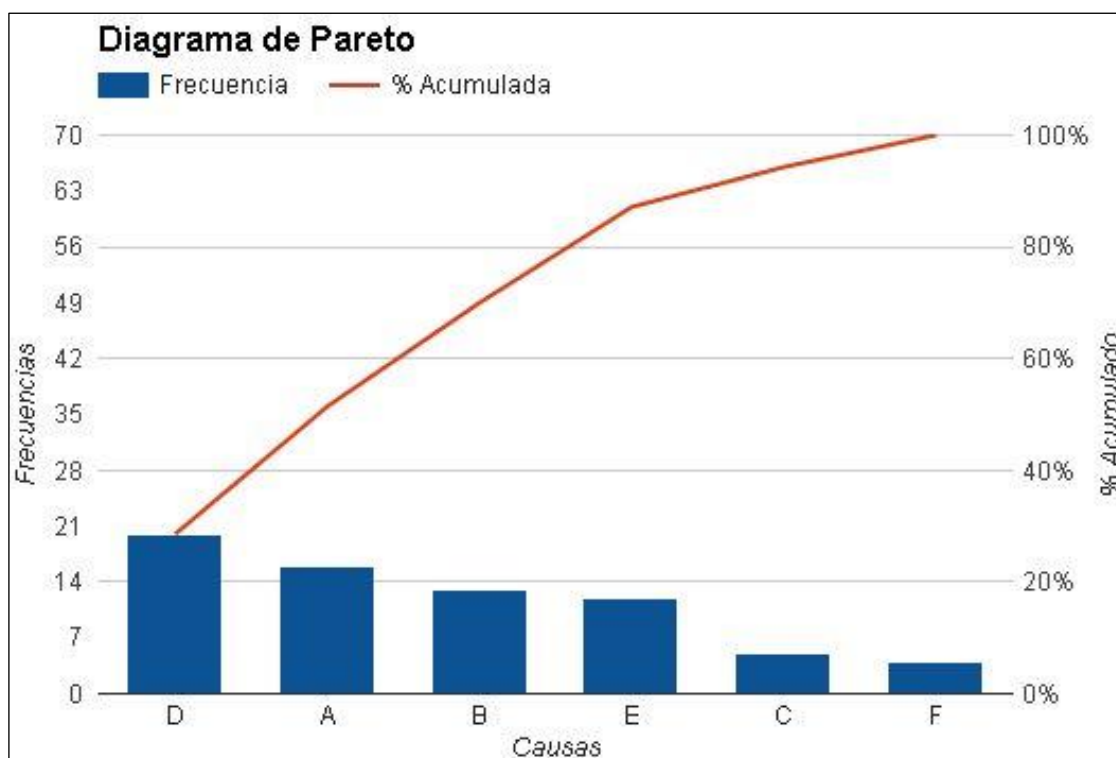
Se utiliza:

- Para analizar los datos sobre la frecuencia de problemas o de causas en un proceso.
- Cuando son muchos problemas o causas y se desea centrarse en los más importantes.
- Cuando se desea analizar las causas de un problema enfocándose en sus componentes específicos.
- Para comunicarse con otros a través de datos (de manera visual).

En la Ilustración 6 se muestra el Diagrama Pareto donde debe tenerse en cuenta lo siguiente para poder esquematizarlo:

- Definir el problema
- Establecer los puntos de evaluación y clasificarlos
- Determinar el método de recolección de datos
- Diseñar una tabla para el conteo de datos, donde se debe considerar: totales individuales, totales acumulados, composición porcentual y porcentajes acumulados
- Establecer los ejes: Eje vertical derecho que muestra porcentajes, eje vertical izquierdo que muestra los totales y el eje horizontal el cual debe ser dividido en espacios iguales, de acuerdo a los puntos evaluados. (Hoyle & Thompson, 2002)

Ilustración 6 Diagrama Pareto



Tomado de: (Hoyle & Thompson, 2002)

2.2.4. Lean Manufacturing

Es una técnica de mejora de procesos, que se fundamenta en descartar los desperdicios y actividades que no generen valor, con el fin de mejorar la productividad y rentabilidad.

Esta técnica se basa en mejorar todo lo que se realice, para ello la organización debe de buscar oportunidades de forma continua para este fin.

Entre los fines determinados, se encuentra la reducción de los costos, inventarios, mejora de calidad, reducción del uso de mano de obra, aumento de la eficiencia y una continua eliminación de desperdicios.

Esta herramienta nos ayuda a lograr que la organización sea más competitiva, innovadora y eficiente. (Madariaga Neto, 2019)

2.2.4.1. Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)

Según Madariaga (2019) esta técnica está orientada a plasmar de manera visual todas las actividades que forman parte de un proceso, con el fin de identificar oportunidades de

mejora, para luego indicar propuestas.

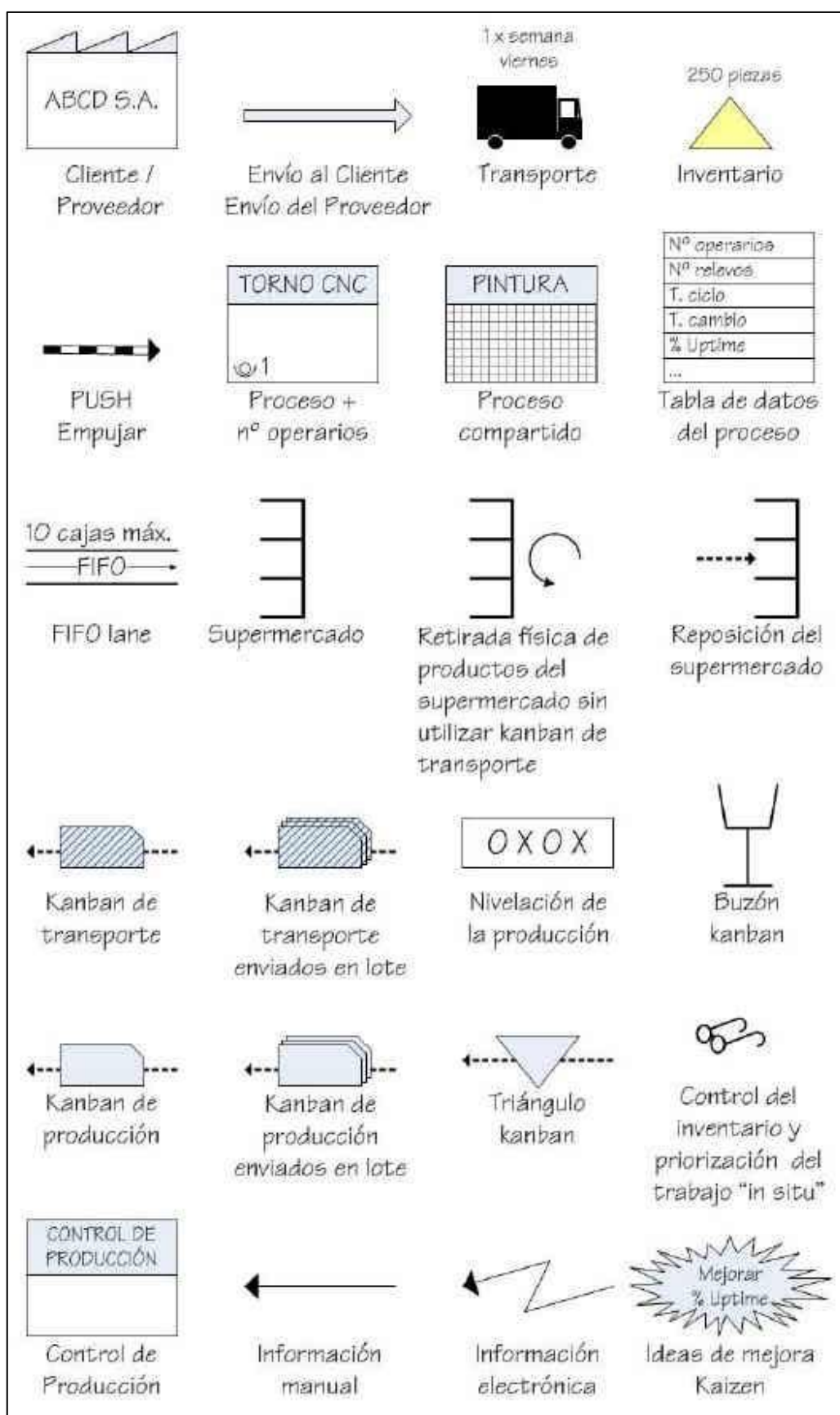
Según Socconini (2008) para iniciar con el diseño del VSM, se debe reconocer el producto con sus inicios y finales. Lo ideal es trabajar con un equipo que cuente con la experiencia necesaria para analizar el proceso desde la llegada de las materias primas hasta la entrega de los productos terminados a los clientes.

Para ejecutar esta técnica, se deben de aplicar dos fases:

- **Elección de una familia de productos:** Se debe agrupar productos que cuenten con actividades similares para realizar un solo gráfico y recorrido.
- **Mapeado de la situación inicial o actual:** Para realizar el gráfico se hará uso de diferentes símbolos, los cuales tienen diferentes significados.

Los principales símbolos se muestran en la Ilustración 7

Ilustración 7 Simbología del VSM



Tomado de: (Madariaga Neto, 2019)

2.2.4.2. Análisis de 8 desperdicios

Se define como desperdicio a todo aquello que no genera valor al producto o que no es sumamente necesario para producirlo. En la Tabla 1, se mencionan los desperdicios Lean Manufacturing y el significado de cada uno de ellos. (Socconini, 2008)

Tabla 1 Descripción de 8 desperdicios

Nº	Desperdicio	Descripción
1	Sobreproducción	Hacer lo que es innecesario, cuando es innecesario y en cantidades innecesarias
2	Stock o Inventarios	Contar con más producto del que el cliente necesita
3	Transporte	Traslado de materiales, insumos o productos terminados desde un lugar a otro por cualquier razón.
4	Esperas	De los trabajadores y de las máquinas. Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso
5	Movimiento	Cualquier movimiento extra del operador cuando está realizando una serie de actividades.
6	Sobre-procesamiento	Realizar operaciones innecesarias según la especificación del producto
7	Corrección	Cualquier cosa no “hecha bien a la primera” que requiera reproceso o inspección.
8	Talento Humano	No darles el valor a los aportes del personal

Tomado de (Socconini, 2008)

2.2.4.3. La Metodología de las 5's

La metodología de las 5S radica de los años 60, donde se reúnen actividades que se exponen con el fin de determinar condiciones de trabajo que permitan la realización de tareas en una forma estructurada. (Rey Sacristan, 2005)

Esta metodología está conformada por cinco principios fundamentales que se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2 Implementación de las 5'S

	Limpieza Inicial	Optimización	Formalización	Perpetuidad
	1	2	3	4
CLASIFICAR (Seiri)	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden	ESTABILIZAR
ORDEN (Seiton)	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas definidas	MANTENER
LIMPIEZA (Seiso)	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de la suciedad y poner remedio a las mismas	MEJORAR
ESTANDARIZAR (Seiketsu)	Eliminar lo que no es higiénico	Identificar las zonas sucias	Implantar los programas de limpieza	EVALUAR (AUDITORÍA 5'S)
DISCIPLINA (Shitsuke)	ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5'S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO			

Tomado de: (Rey Sacristan, 2005)

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, 15 que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Para Madariaga (2018), las cinco S son una metodología enfocada a mejorar las condiciones del puesto de trabajo, que propicia:

- Mejorar la seguridad y calidad.
- Reducir las averías.

- Reducir los tiempos de cambio (muda) y su variación (mura) al eliminar las búsquedas y minimizar desplazamientos a la hora de manipular los utillajes y herramientas necesarios para el cambio.
- Reducir el tiempo de ciclo del operario y su variación (mura) al disponer de forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo de trabajo.

2.2.4.4. Poka-Yoke

Socconini (2008) indica esta herramienta es utilizada para poder anticipar los errores antes de que se susciten, o los vuelve notorios para que de esta manera se corrijan antes de ejecutarlos.

Al ponerla en práctica, se mitigan los errores durante el proceso, caso contrario, nos alerta para corregirlos y no incurrir en reprocesos ni en costos adicionales, aumentando el rendimiento de la producción. (Socconini, 2008)

Según Madariaga (2019) los pasos para implementarlo, son:

- **Paso 1:** Identificar el defecto potencial: identificar los errores que alberguen la mayor cantidad de repeticiones, caso contrario los que generen mayor costo.
- **Paso 2:** Llegar a la raíz del error que origina el defecto: se debe de reconocer que es lo que está ocurriendo, desde cuando se presentan estos errores, cada cuanto tiempo se producen, el impacto que genera en el proceso, esto para identificar los puntos en los cuales se generen los errores.
- **Paso 3:** Decidir el tipo de Poka Yoke
- **Paso 4:** Ejecutar el método seleccionado
- **Paso 5:** Capacitar al personal
- **Paso 6:** Evaluar el desempeño (Madariaga Neto, 2019)

2.2.5. Plan de Capacitaciones

“La capacitación de los empleados es una actividad importante. Conforme los empleados exigen cambios, las destrezas de éstos se deben modificar y actualizar. Los gerentes, por su puesto, tienen la responsabilidad de decidir qué tipo de capacitación necesitan los empleados, cuándo la requieren y como debe ser la capacitación” (Robbins, 2005)

La capacitación del personal es importante para el correcto desarrollo de las actividades y tareas de las cuales ellos son responsables, como lo menciona Robbins, el gerente de la empresa, debe tener en su plan de organización un cronograma de capacitaciones según las necesidades que presente su empresa, comprometiendo a sus colaboradores a tomar atención a cada una de ellas, promoviendo también su crecimiento personal.

Todos los seres humanos necesitan de retroalimentación y actualización de los conocimientos, según su puesto de trabajo, ya que la experiencia del trabajador va de la mano con el desarrollo de las diferentes capacidades que poseen, optimizando sus labores diarias.

El plan de capacitaciones debe tener una secuencia que asegure que se obtengan los resultados esperados, la optimización de las actividades de los colaboradores, Werther nos propone algunos pasos a seguir para asegurar el resultado de nuestro plan.

“Los pasos preliminares que se requieren cumplir para poder contar un buen programa de capacitación son: 1) detectar las necesidades de capacitación conocida esta etapa también como diagnóstico; 2) determinar los objetivos de la capacitación y desarrollo, en esta etapa también deberán identificarse los elementos a considerar en la etapa de la evaluación; 3) diseño de los contenidos de programas y principios pedagógicos a considerar durante la impartición de la misma; 4) la impartición para desarrollar las habilidades (aptitudes y actitudes) y 5) la evaluación, que puede ser. Antes: durante y posterior a la capacitación.” (Werther, 2000)

Para iniciar el Plan de Capacitación se deben tener claras las necesidades que están latentes en la organización, con el fin de enfocar correctamente los temas con el cual se deben diseñar las capacitaciones, estas se deben dirigir al puesto de trabajo, con temas específicos, para que luego al continuar con la evaluación se pueda observar los resultados obtenidos que deben de alguna manera minimizar las deficiencias que antes se tenían en los trabajadores.

3. CAPITULO III PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. ASPECTOS METOLOGICOS DE LA INVESTIGACION

3.1.1. Diseño de la investigación

El diseño de investigación para el presente estudio es no experimental, porque la recopilación de datos se realizará mediante observación, sacando fotos en algunos casos, para posteriormente analizarlos y del análisis de la documentación entregada por la empresa metalmecánica en estudio, con la finalidad de no alterar ninguna variable.

3.1.2. Tipo de investigación

En un comienzo, la investigación es del tipo exploratoria, dado que en base a la recopilación de información, observación, fotos y entrevistas se conoce la situación actual de la empresa metalmecánica y se identifica la problemática presente.

Posteriormente, la investigación es de tipo descriptiva porque busca detallar la situación actual del proceso de fabricación de tableros eléctricos.

Finalmente, la investigación es de tipo comparativa porque permite establecer diferencias entre el procedimiento actual y el procedimiento con la propuesta de mejora y a partir de ello sacar las conclusiones del presente estudio.

3.1.3. Método de investigación

Según el tipo de información, el método aplicado en el presente estudio es de tipo cualitativo porque se basa en el análisis y evaluación de variables y de tipo cuantitativo porque se utilizan herramientas para analizar los datos.

Según el tipo de reflexión, el método es inductivo dado que se llevará a cabo el análisis causa-efecto, con la finalidad de obtener resultados para la reducción de costos.

3.1.4. Técnica de investigación

El presente estudio comprende las siguientes técnicas de investigación:

3.1.4.1. Observación

Comprende visitas constantes a la empresa, a sus oficinas, almacén y taller de fabricación,

con la finalidad de observar directamente las tareas y actividades sustentadas en la documentación, registros y archivos presentados en la etapa de análisis documental.

3.1.4.2. Entrevista

Se realizará una entrevista a cada uno de los trabajadores del área de producción, con el fin de conocer su punto de vista y poder definir los problemas y causas que se presentan durante el proceso de fabricación de tableros eléctricos, ya que los trabajadores entrevistados se encuentran ligados al proceso mencionado.

3.1.4.3. Análisis de documentación

Se realizará una revisión y análisis de la documentación con la que la empresa cuenta actualmente. La información analizada es del periodo 2018 en su mayoría, ya que esta es información corresponde a un año cerrado. En el caso de la demanda se tomarán datos del año 2017 y 2018.

3.1.5. Instrumento de investigación

El instrumento de investigación aplicado en el presente estudio es la entrevista.

Se aplicaron dos entrevistas, una dirigida al Jefe de Producción y la otra a los operarios. Ambas fueron no estructuradas y se utilizó guías de presentación y explicación del motivo de la entrevista.

Para la entrevista al Jefe de Producción se inició con la pregunta que figura en la Ilustración 8.

***Ilustración 8* Guía de presentación y explicación de entrevista al Jefe de Producción**

Buenos días.

Nosotras somos Karen y Alejandra y estamos realizando un estudio para mejorar el Proceso de Fabricación de Tableros eléctricos, ya que hemos identificado que en esta metalmecánica se están generando costos adicionales en el proceso, y queremos hacerle algunas preguntas para poder conocer las causas y los problemas que se presenten actualmente en el proceso que ustedes realizan.

En este sentido, le pedimos se sienta libre de compartir su opinión, no se considera respuestas correctas o incorrectas, lo que importa es que sea sincero al responder las preguntas.

Cabe aclarar que sus respuestas solo servirán de guía para el estudio que estamos realizando.

Empecemos con la primera pregunta.

PRIMERA PREGUNTA

¿A que cree que se deba el aumento de los costos en el último año?

Elaboración: Propia

Conforme se desarrolló la entrevista, se fueron formulando en total 10 preguntas:

1. ¿A qué considera que se deba el aumento de los costos en el último año?
2. ¿Por qué cree usted que se generan estos retrasos?
3. ¿Por qué los accesorios no están disponibles?
4. Usted indico que había reprocesos en soldadura y pintado. ¿Estos a que se deben?
5. ¿El personal en mención, ha sido capacitado alguna vez desde que ingreso a la empresa?
6. ¿Usted está de acuerdo con esa forma de pensar? ¿Cree que, si el personal se capacite, podría mitigarse esos reprocesos?
7. Respecto a lo que mencionó en la segunda pregunta, de los sobretiempos y el no realizar su requerimiento a tiempo, ¿Cree usted que les falta planificarse en sus actividades? ¿Cuentan con algún documento que los ayude a su planificación?

8. ¿Estos planos son entregados a tiempo?
9. Y con respecto a la maquinaria ¿Influye en los retrasos?
10. En conclusión, ¿Solo se generan retrasos más estos no impactan en la calidad del producto?

En la entrevista realizada a los operadores se utilizó la guía que figura en la Ilustración 9.

***Ilustración 9* Guía de presentación y explicación de entrevista a Operarios**

Buenos días.

Nosotras somos Karen y Alejandra y estamos realizando un estudio para mejorar el Proceso de Fabricación de Tableros eléctricos, ya que hemos identificado que existen algunos problemas durante el proceso de fabricación de los mismos, y queremos hacerle algunas preguntas para poder conocer las causas que se presenten actualmente.

En este sentido, le pedimos se sienta libre de compartir su opinión, no se considera respuestas correctas o incorrectas, lo que importa es que sea sincero al responder las preguntas.

Cabe aclarar que sus respuestas solo servirán de guía para el estudio que estamos realizando.

Empecemos con la primera pregunta.

PRIMERA PREGUNTA

1 ¿La materia prima y/o insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se necesitan?

Elaboración: Propia

Conforme se desarrolló la entrevista, se fueron formulando entre 7 y 8 preguntas a cada trabajador, las respuestas se detallan en el punto 4.5.3.

3.1.6. Plan muestral

La empresa metalmecánica en estudio, cuenta con 5 trabajadores (1 Jefe de Producción, 2 mecánicos, 1 soldador, 1 ayudante) que intervienen directamente en la fabricación de tableros eléctricos

Debido a que la cantidad de personas es menor a 30, la muestra será igual a la población, es decir, 5 trabajadores.

3.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

3.2.1. Métodos de ingeniería a aplicarse

En el presente estudio se aplican las siguientes herramientas de la Filosofía de Lean Manufacturing:

- Mapeo de la cadena de Valor (VSM)
- Análisis de 8 desperdicios

Ambas herramientas brindan un panorama claro, de manera cuantitativa, del estado actual del proceso y permite identificar donde y cuáles deberían ser las mejoras.

3.2.2. Herramientas de Análisis, planificación, desarrollo y evaluación

Como la primera herramienta de análisis para esta mejora de procesos, se tiene el Diagrama del árbol de problemas, el cual permite identificar los problemas presentes en el proceso. Luego se aplica el Diagrama de Ishikawa donde se agrupan los problemas identificados y se realiza el análisis de los principales.

Posteriormente se aplica la matriz de priorización para comparar la importancia relativa que tiene cada una de las causas identificadas.

Finalmente se utiliza el Diagrama de Pareto para identificar las causas más relevantes y que de solucionarse, se tendrá un mayor impacto.

4. CAPITULO IV DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

4.1. ANÁLISIS DE PRODUCTOS

La empresa metalmecánica fabrica los siguientes productos metalmecánicos:

Tabla 3 Productos de la empresa metalmecánica en estudio

Producto	Descripción	Foto referencial
Tableros eléctricos	Son armazones metálicos utilizados para proteger a los componentes de mando y de control de cualquier sistema eléctrico. Cada cliente se encarga de la integración eléctrica del tablero.	
Gabinetes contraincendios	Estructura de protección de equipos para combatir llamas.	
Bandejas porta cables	Sistema estructural para colocar cables aislados y otros cables (comunicación, red) en estructuras de la construcción, como por ejemplo en oficinas, edificios, viviendas, industrias y otros.	
Cajas de paso	Estructura por donde pasan los cables y cables eléctricos o, también, para conectar cables en interruptores o enchufes.	

Elaborado en base a: Área de Producción de la Empresa metalmecánica en estudio

Para poder medir la participación de cada producto, se recopiló datos de los ingresos obtenidos en el año 2018, como figura en la Tabla 4.

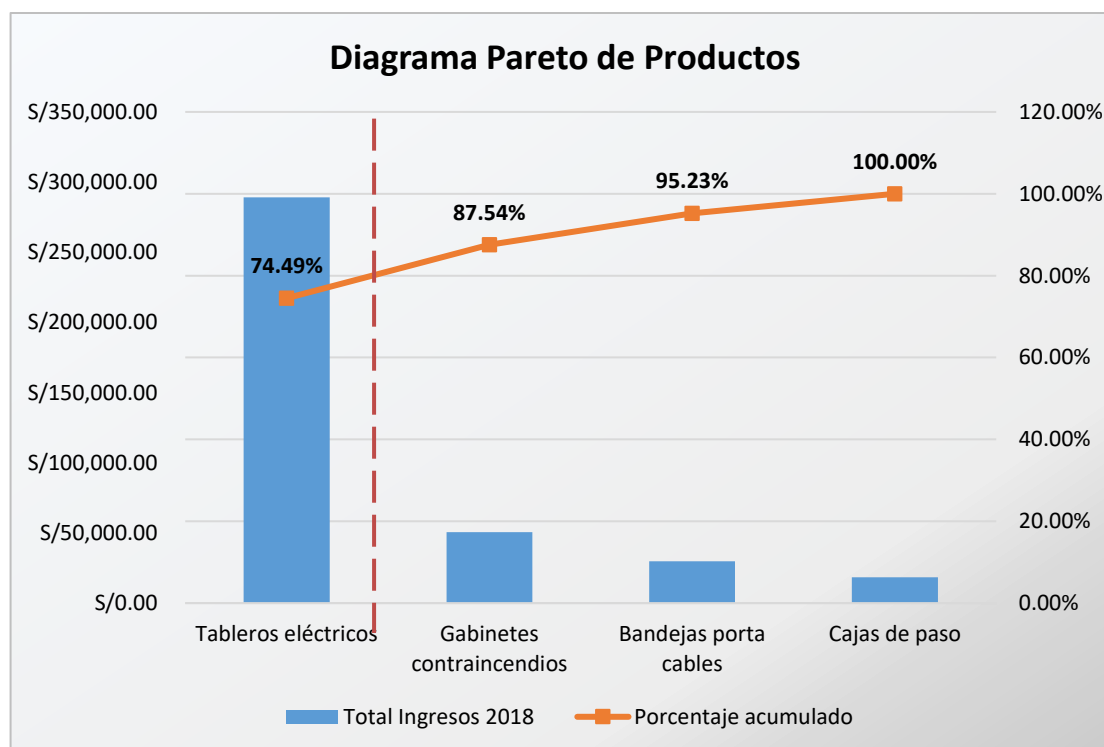
Tabla 4 Margen de contribución por producto

Producto	Total Ingresos 2018	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tableros eléctricos	S/289,073.49	74.49%	74.49%
Gabinetes contra incendios	S/50,643.16	13.05%	87.54%
Bandejas porta cables	S/29,842.60	7.69%	95.23%
Cajas de paso	S/18,510.95	4.77%	100.00%
	S/388,070.19	100%	

Elaborado en base a: Área de Ventas de la Empresa metalmecánica en estudio

En base a la Tabla 4, a continuación, se presenta el Diagrama Pareto con el porcentaje acumulado del margen de contribución de cada producto fabricado.

Ilustración 10 Diagrama Pareto - Ingresos por producto



Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 4 e Ilustración 10, el producto de mayor importancia económica para la empresa son los tableros eléctricos con un porcentaje del 74.49%. Por lo cual el presente estudio se desarrolla en base a la fabricación de los mismos.



Según el requerimiento del cliente, los tableros eléctricos son fabricados en dos materiales:

- Acero Negro
- Acero Galvanizado

La diferencia radica principalmente en el proceso de pintado, ya que este sólo aplica para el tablero de acero Negro.

Así mismo, los tableros eléctricos están estandarizados en tres tamaños como se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5 Tableros eléctricos por tipo de material y tamaño

Tamaños en mm	Pequeño	Mediano	Grande
Medidas Aproximadas (Alto, Ancho, Fondo)	400x300x200	600x450x250	800x600x300
Tipo de Material			
	Acero Negro		
	Acero Galvanizado en origen		

Elaborado en base al área de Producción de la Empresa metalmecánica en estudio

En la Tabla 6 se muestra el ingreso obtenido por tipo de material de los tableros eléctricos en el año 2018, con la finalidad de identificar cual es el que genera mayor importancia económica para la empresa.

Tabla 6 Ingresos tableros eléctricos por material 2018

Tipo de tablero eléctrico por material	Total Ingresos 2018	Porcentaje
Acero Negro	S/ 201,802.20	69.81%
Acero Galvanizado	S/ 87,271.29	30.19%
Total	S/ 289,073.49	100.00%

Elaborado en base a: Área de Ventas de la Empresa metalmecánica en estudio

Como se observa en la Tabla 6 los tableros fabricados en acero negro son los que generan mayor ingreso. Si los tableros eléctricos (acero negro y galvanizado) representan un 74.49% de la producción total, se calcula que los tableros eléctricos en acero negro tienen una participación del 52% del total de la producción ($0.6981 \times 0.7449 = 0.52$) y los tableros galvanizados un 22.49% ($0.3019 \times 0.7449 = 0.2249$).

En base al análisis de la Tabla 6, se recopilaron importes del ingreso por tamaño de tableros eléctricos fabricados en acero negro, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7 Ingresos tableros eléctricos en acero negro por tamaño 2018

Tamaño	Total Ingresos 2018	Porcentaje
Pequeño	S/ 34,403.20	17.05%
Mediano	S/ 57,783.00	28.63%
Grande	S/ 109,616.00	54.32%
Total	S/ 201,802.20	100.00%

Elaborado en base a: Área de Ventas de la Empresa metalmecánica en estudio

Podemos concluir en base a la Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6 que los tableros Eléctricos fabricados en acero negro de tamaño grande representan el 28.25% de la producción total de la metalmecánica en estudio.

Para el desarrollo del presente estudio, se tomará como referencia el producto de mayor impacto económico que involucre la mayor cantidad de actividades para su fabricación, por tanto, se toma como referencia los datos de la fabricación de tableros eléctricos en acero negro y sólo para el desarrollo del Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) se

considera el tamaño más vendido, el cual es el tamaño grande.

Basándonos en el producto con más intervención en las ventas del año, se recomienda estandarizar los tableros eléctricos de acuerdo a los tres tamaños de presentación y contar con un stock en almacén para que de esta manera se puedan atender órdenes de compra de forma inmediata o en menor tiempo.

Los beneficios de la propuesta de mejora no sólo generen impacto en esta línea de productos, ya que el proceso de fabricación de todos los productos que ofrece la empresa, es similar, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8 Actividades de Fabricación de Productos

Producto		Tableros eléctricos		Gabinetes contraincendios	Bandejas porta cables	Cajas de paso	
N°	Actividad	Acero negro	Acero galvanizado	Acero negro	Acero galvanizado	Acero negro	Acero galvanizado
1	Diseño	X	X	X	X	X	X
2	Requerimiento de material	X	X	X	X	X	X
3	Adquisición de materiales	X	X	X	X	X	X
4	Recojo de materiales	X	X	X	X	X	X
5	Entrega del diseño	X	X	X	X	X	X
6	Elaboración (Corte, Troquelado, Plegado, Armado y Soldadura)	X	X	X	X	X	X
7	Esmerilado	X	X	X	X	X	X
8	Pintado	X		X		X	
9	Ensamblado y Colocación de accesorios	X	X	X	X	X	X
10	Inspección	X	X	X	X	X	X
11	Elaboración de certificados de garantía	X	X	X	X	X	X
12	Almacenamiento	X	X	X	X	X	X

Elaborado en base a: Área de Producción de la Empresa metalmecánica en estudio

Como se observa en la Tabla 8, sólo la actividad de pintado no forma parte del proceso de fabricación de productos en acero galvanizado. Por lo que, podemos deducir que los problemas encontrados y el beneficio de la mejora propuesta en el presente estudio, tendrá un impacto en las demás líneas de productos ofrecidas por la empresa.

4.2. ANALISIS DEL PROCESO

4.2.1. Descripción del proceso

En la Tabla 9 se presenta las actividades que intervienen en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en Acero negro, desde el diseño del pedido, el cual se realiza una vez recibida la orden de pedido, hasta el almacenaje del producto terminado. La información se obtuvo mediante observación de la realización de las actividades por los trabajadores.

Tabla 9 Descripción del proceso de producción de la empresa metalmecánica en estudio

Nº	Actividades	Descripción
1.	Diseño	Una vez que se recibe la Orden de Pedido se elabora el prototipo del producto metalmecánico las especificaciones solicitadas. Se utiliza el programa Inventor.
2.	Requerimiento de material	Proceso en el cual se realiza la solicitud del material para poder iniciar la elaboración del producto,
3.	Adquisición de materiales	Proceso donde se realizan las gestiones para proporcionar los recursos materiales al área de operaciones, de acuerdo al presupuesto de esta misma.
	Consulta a Almacén	Logística revisa el almacén para ver con que materiales cuenta.
	Compra de materiales	Los materiales que falten son obtenidos a través de negociaciones de precio y condiciones de pago con el proveedor elegido.
4.	Recojo de materiales	Tiempo en el cual el personal operativo recoge el material para iniciar con la elaboración del producto
5.	Entrega del diseño	Proceso en el cual el jefe de producción entrega el diseño realizado a todo el personal operativo y les da el alcance de los detalles solicitados por los clientes.

6. Elaboración	Conjunto de operaciones necesarias para cambiar las características de las materias primas y transformarlas en el producto final.
Corte	Procesos en el que se corta la plancha de metal para obtener una pieza con medidas, forma y acabados deseados. Se utiliza una cizalla semiautomática.
Troquelado	Proceso en el cual por medio de un punzón de igual sección que la pieza a recortar y una variedad de matrices, obtenemos una pieza de forma geométrica específica. Se utiliza una maquina manual.
Plegado	Proceso en el que se deforma el metal para formar determinados ángulos. El dobléz queda permanente y se utiliza una maquina plegadora CNC que cuenta con más de 500 programas.
Armado y Soldadura	Se realiza el armado del producto uniendo las piezas con puntos de soldadura, a fin de realizar cualquier modificación posterior. Terminado el armado, realiza una inspección general al producto para confirmar el dimensionamiento exacto de las piezas
Soldadura	Se realiza el soldado total del producto y una verificación visual.
7. Esmerilado	Es el proceso de ajuste en el que se pule suavemente una superficie abrasiva, contra otras superficies planas o curvas, para que quede totalmente lisa y lista para el pintado, acompañado de una verificación visual.
8. Pintado	Proceso en el que se realiza el pintado según lo solicitado por el cliente.
Ataque con acido	Sumergir los productos en un tanque que contiene ácido fosfórico (H_3PO_4) al 50% (v/v), por aproximadamente 10-15 minutos.
Lavado y enjuagado	Una vez retirados los productos del ácido estos son transferidos a otra poza para su lavado y enjuague, utilizando únicamente agua.
Secado	El producto es colgado en unos ganchos hasta su secado completo a temperatura ambiente.
Pintado	El producto es llevado a una cabina de pintado donde se aplica pintura electrostática. Acompañado de una verificación visual.
Curado u Horneado	Se introduce los productos a un horno en el cual permanecen por aproximadamente 15 min a una temperatura de 180C a 250C.

9.	Ensamblado y Colocación de accesorios	Proceso donde se unen las piezas (cuerpo, puerta, visor) por medio de tornillos o bisagras. Y se colocan las cerraduras (cromadas, poliamida, de presión, de manija) o perfiles (horizontales, verticales) requeridos.
10.	Inspección	Proceso en el que se verifica el cumplimiento: Dimensiones, utilizando un Flexómetro. Grosor de pintura, utilizado un Medidor de espesor. Dimensiones de ángulos, utilizado un Goniómetro. Acabado, inspección visual. Requisitos específicos del cliente Para el caso del grosor de pintura éste debe encontrarse entre 70-100 micras, si el producto tuviera un grosor menor a 70 micras se realiza un repintado.
11.	Elaboración de certificados de garantía	Proceso en el que se elaboran los certificados de garantía
12.	Almacenamiento	
	Embalaje	Proceso donde se envuelve uno o varios productos con stretch film, para brindar protección y para una mejor manipulación, transporte y almacenaje.
	Etiquetado	Proceso en el que se etiqueta un producto para identificarlo
	Almacenamiento de producto final	Proceso que consiste en guardar los productos de tal manera que su acceso sea fácil.

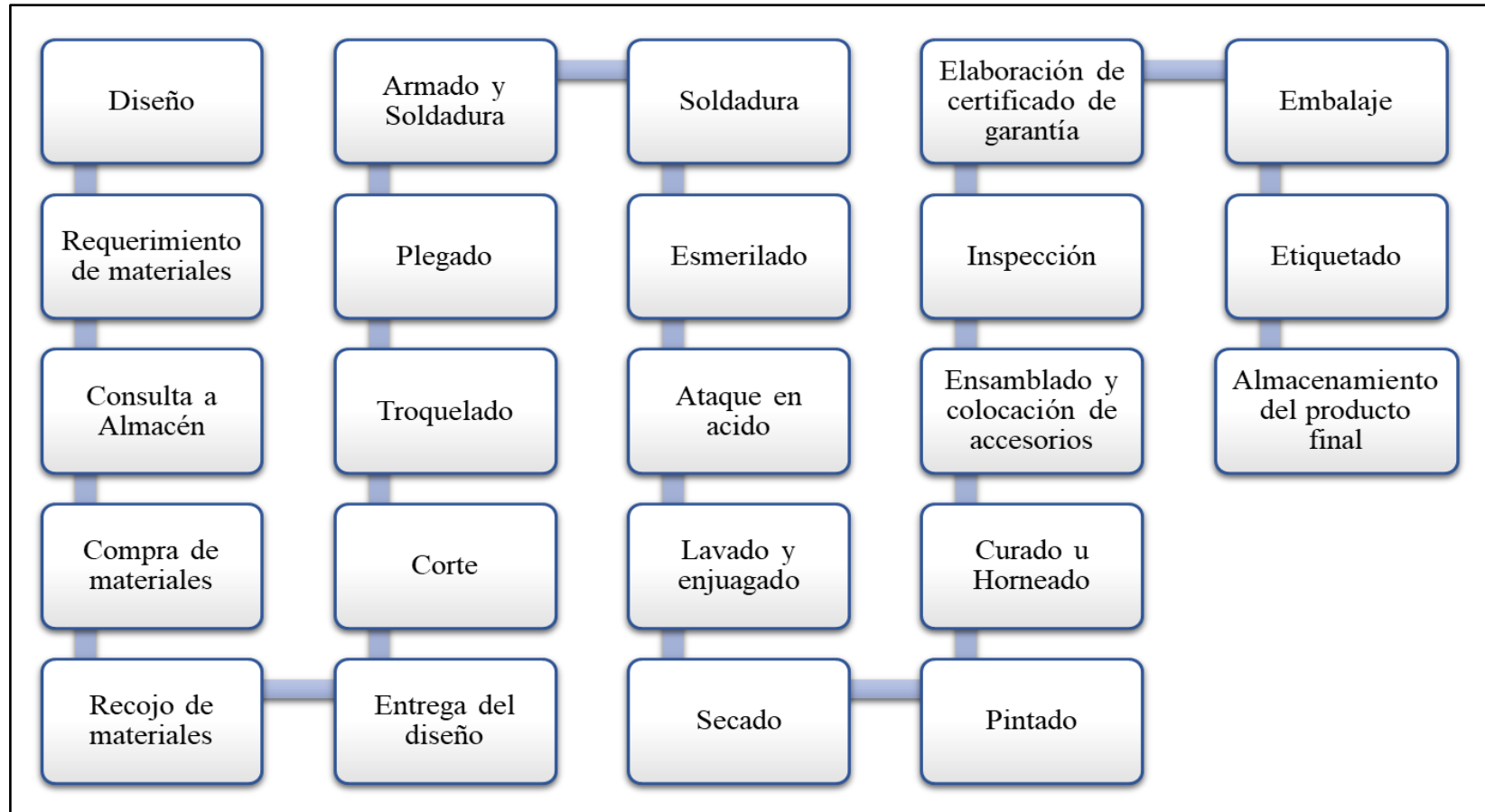
Elaborado en base a: Área Logística y Producción de Empresa metalmecánica

Como se observa en la Tabla 9 se cuenta con 12 actividades generales y 23 actividades en total que intervienen en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro, lo que significa que en base a estas se podrá desarrollar los diagramas necesarios.

4.2.2. Diagrama de bloques

En la Ilustración 11 se presenta el diagrama de bloques de la empresa metalmecánica en estudio, el cual permitirá identificar de forma más real la secuencia del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro.

Ilustración 11 Diagrama de bloques actual



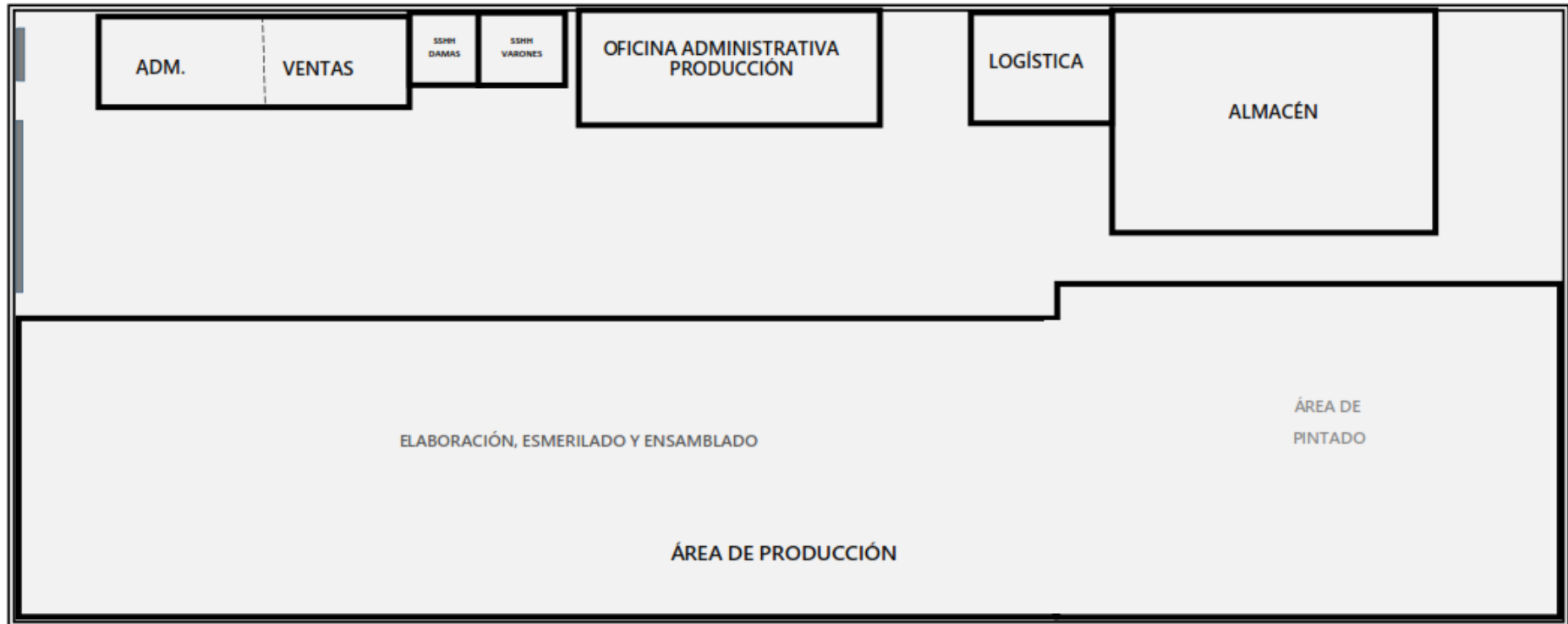
Elaborado en base a: Área Logística y Producción de Empresa metalmeccánica.

En la Ilustración 11 se puede observar las 23 actividades que forman parte del proceso de Fabricación de Tableros eléctricos en acero negro

4.2.3. Lay out

En la Ilustración 12 se presenta el Lay out de la empresa en estudio, donde se observa la distribución de las áreas con las que cuenta su infraestructura, dentro de la cual se desarrolla todo el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos.

Ilustración 12 Lay Out actual



Elaborado en base a: Área Producción de Empresa metalmecánica

Como se observa en cada área en la que está dividida la infraestructura de la empresa se realizan diversas actividades de la Fabricación de Tableros Eléctricos.

4.2.4. Diagrama de recorrido

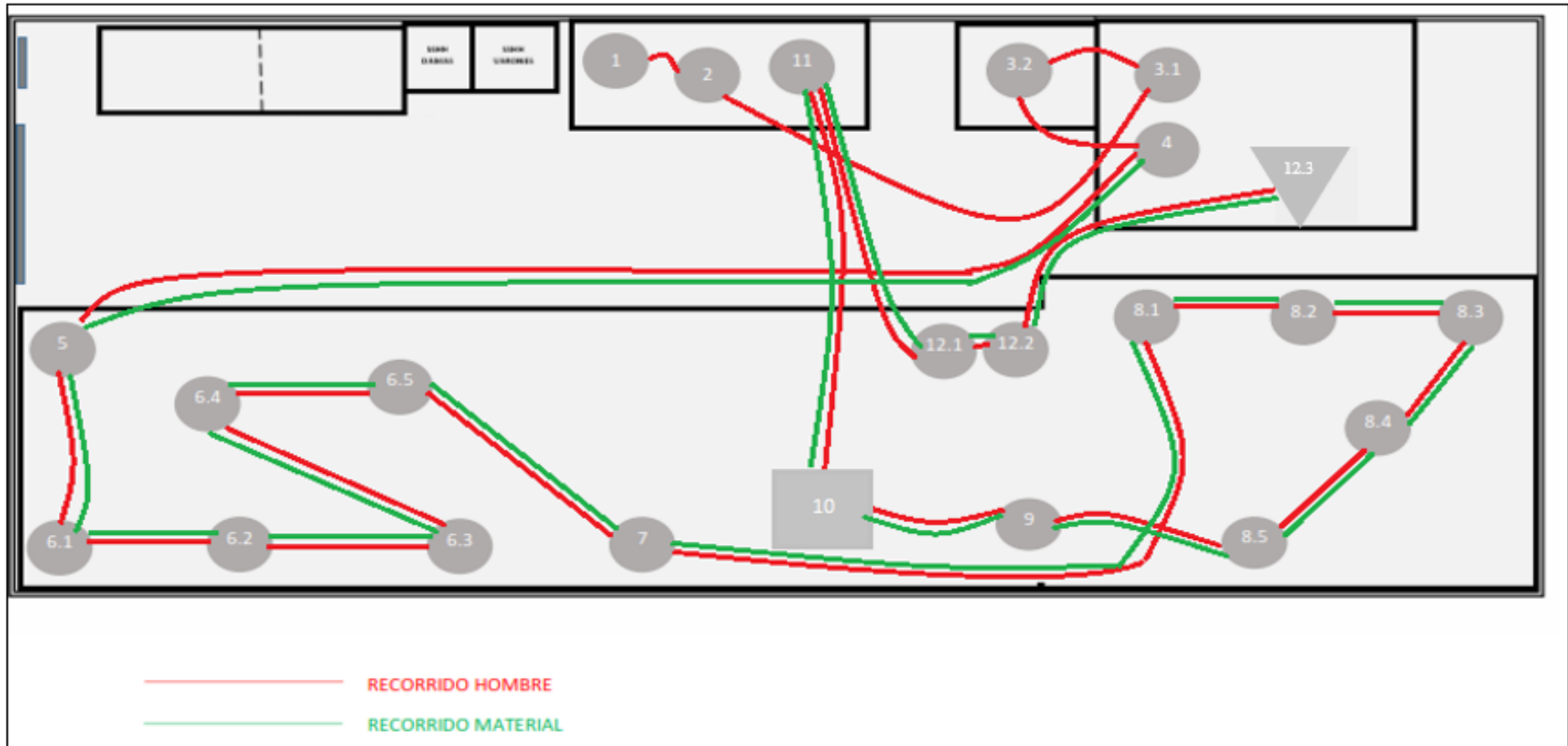
En la Ilustración 13 se presenta el diagrama de recorrido del proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro, tomando de base las actividades descritas y enumeradas en el punto 4.2.1, que son las siguientes:

Ilustración 13 Actividades del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero Negro

1. Diseño
2. Requerimiento de material
3. Adquisición de materiales
<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Consulta a Almacén • 3.2 Compra de materiales
4. Recojo de materiales
5. Entrega del diseño
6. Elaboración
<ul style="list-style-type: none"> • 6.1 Corte • 6.2 Troquelado • 6.3 Plegado • 6.4 Armado y Soldadura • 6.5 Soldadura
7. Esmerilado
8. Pintado
<ul style="list-style-type: none"> • 8.1 Ataque con acido • 8.2 Lavado y enjuagado • 8.3 Secado • 8.4 Pintado • 8.5 Curado u Horneado
9. Ensamblado y Colocación de accesorios
10. Inspección
11. Elaboración de certificados de garantía
12. Almacenamiento
<ul style="list-style-type: none"> • 12.1 Embalaje • 12.2 Etiquetado • 12.3 Almacenamiento de producto final

Elaborado en base a: Área Producción de Empresa metalmecánica

Ilustración 14 Diagrama de Recorrido de la Fabricación de Tableros Eléctricos



Elaborado en base a: Área Producción de Empresa metalmecánica






En la Ilustración 14 se puede observar que en el recorrido del proceso no se identifica a primera vista ningún inconveniente con la distribución. Cabe recalcar que en el Jefe de Producción es quien realiza las primeas actividades hasta llegar a enviar su requerimiento a almacén, de ahí en adelante el punto 3.1 y 3.2 es realizado por la Asistente de Logística es por eso que a simple vista se ve un doble recorrido por el mismo punto.

4.2.5. Diagrama de análisis de procesos DAP

Basándonos en el diagrama de recorrido del punto 4.2.4, en la Ilustración 15 se muestra el Diagrama de Análisis de procesos (DAP), el cual, nos ayuda a identificar cuáles son las deficiencias o problemas a lo largo del proceso de fabricación de tableros eléctricos y así plantear las mejoras.

Cabe indicar que los datos expuestos fueron obtenidos mediante observación realizada por un periodo de dos semanas y se tomó como base la fabricación de tableros eléctricos en acero negro de tamaño grande, por ser el más vendido como se observó en el punto 4.1.

Ilustración 15 DAP actual - Tableros Eléctricos en acero negro tamaño grande

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO									
EMPRESA	EMPRESA METALMECÁNICA EN ESTUDIO						PAGINA	1/1	
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN						FECHA	MAYO 2019	
PROCESO	FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS						METODO	PROPUESTO	
ELABORADO POR	ALEJANDRA BUSTAMANTE Y KAREN GOMEZ						APROBADO	C.G.O.	
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
	U	m	hh:mm:ss						
1. Diseño			1:30:15	X					
2. Requerimiento de materiales			0:30:04	X					
3. Traslado al área de Logística			0:00:21		X				
4. Adquisición de materiales			26:02:34	X					
4.1 Consulta a Almacén			0:10:12	X					
4.2 Demora			0:21:23				X		Tiempo buscando el material
4.3 Compra de materiales			1:42:13	X					Pedidos hasta medio día
4.4 Espera de materiales			24:00:00	X					Desde Lima
5. Traslado a almacén			0:00:22		X				
6. Recojo de materiales			0:12:07	X					
7. Traslado a planta			0:00:17		X				
8. Entrega de diseño			0:07:35	X					
9. Elaboración			7:06:14	X					
9.1 Corte			1:02:42	X					
9.2 Traslado al área de troquelado			0:00:15		X				
9.3 Troquelado			0:14:52	X					
9.4 Traslado al área de plegado			0:00:13		X				
9.5 Plegado			2:01:10	X					
9.6 Traslado al área de armado			0:00:13		X				
9.7 Armado y Soldadura			1:08:03	X					
9.8 Traslado al área de Soldadura			0:00:12		X				
9.9 Soldadura			0:43:37					X	Piezas defectuosas reprocesadas
9.10 Demora			0:31:02			X			Colas de espera
9.11 Traslado al área de esmerilado			0:00:18		X				
10.Esmerilado			1:17:12					X	Piezas defectuosas reprocesadas
11.Demora			0:16:12			X			Colas de espera
12.Traslado al área de ataque con acido			0:00:13		X				
13.Pintado			3:44:14						
13.1 Ataque con acido			0:15:10	X					
13.2 Traslado al área de lavado			0:00:10		X				
13.3 Lavado			0:11:15	X					
13.4 Traslado al área de secado			0:00:05		X				
13.5 Secado			0:28:30	X					
13.6 Traslado al área de pintado			0:00:12		X				
13.7 Pintado			0:31:05					X	Piezas defectuosas reprocesadas
13.8 Demora			1:32:30			X			Colas de espera
13.9 Traslado al área de curado			0:00:10		X				
13.10 Curado u horneado			0:16:08	X					
13.11 Traslado al área de ensamble			0:00:11		X				
14.Ensamble y colocación de accesorios			0:43:25	X					
15.Demora			0:30:12			X			Colas de espera
16.Traslado a la inspección			0:00:11		X				
17. Inspección			00:17:46			X			Piezas defectuosas reprocesadas
18. Traslado a oficina			0:00:22		X				
19. Elaboración de certificados			0:15:33	X					
20. Almacenaje			0:18:44	X					
20.1 Embalaje			0:11:40	X					
20.2 Etiquetado			0:04:28	X					
20.3 Traslado a almacén			0:00:21		X				
20.4 Almacenamiento			0:02:15					X	
TOTALES			40:54:56	19	17	1	5	1	3

Elaborado en base a: Área Logística y Producción de Empresa metalmeccánica

En la Ilustración 15 se observa que el tiempo total de fabricación de un tablero eléctrico en acero negro es de 40 hrs 54 min 56 seg, donde intervienen 46 actividades, dentro de las cuales un 41.3% son actividades de operación, un 36.96% son actividades de transporte, un 2.17% es actividades de inspección, ya que solo es una actividad de inspección propiamente dicha, un 10.87% son actividades donde se producen demoras, en actividades de almacén también se tiene un 2.17% y un 6.52% está comprendido por actividades de operaciones acompañadas de inspecciones visuales.

4.2.6. Identificación de problemas en el proceso

En base a los puntos 4.2.1,4.2.2,4.2.3,4.2.4 y 4.2.5 se ha logrado identificar los principales problemas en algunas actividades tal como se muestra en la Tabla 10 .

Tabla 10 Identificación de problemas en el proceso de fabricación de tableros Eléctricos

Nº	Actividad	Problema identificado
1.	Diseño	No se encontraron problemas.
2.	Requerimiento de material	No se encontraron problemas.
3.	Adquisición de materiales	La empresa no cuenta con un almacén ordenado y limpio, ocasionando un espacio limitado de tránsito. Así también se generan tiempos de espera en la búsqueda de material. Se observó que no se cuenta con una documentación de control del almacén.
4.	Recojo de materiales	No se encontraron problemas.
5.	Entrega del diseño	No se encontraron problemas.
6.	Elaboración	Se encuentran fallas en la soldadura de componentes generando reprocesos y colas de espera, lo cual implica que el personal operativo acumule horas extras
7.	Esmerilado	En esta actividad se generan tiempos de espera por los que resulta horas extras.
8.	Pintado	Se encuentran piezas con mal acabado generando reprocesos y colas de espera lo cual implica que el personal operativo acumule horas extras. No se cuenta con un área de aislamiento donde los tableros puedan esperar para su horneado, siendo expuestos a la

		intemperie y generando en ocasiones observaciones en el pintado del producto
9.	Ensamblado y Colocación de accesorios	Las herramientas utilizadas para el ensamble y colocación de accesorios están desordenadas y mezclados en el lugar de trabajo, obstruyendo el paso, no se ubican de forma estratégica, en la mayoría de casos son usadas y no se regresan a los anaqueles que tampoco se encuentran ordenados ni distribuidos de forma adecuada.
10.	Inspección	No se encontraron problemas.
11.	Elaboración de certificados	No se encontraron problemas.
12.	Almacenaje	La empresa al no contar con un almacén ordenado y limpio, tiene los productos terminados en un lugar no adecuado, siendo expuestos.

Elaborado en base a: Área Logística y Producción de Empresa metalmecánica

Dentro de las actividades de Diseño, Recojo de material, entrega de diseño, ensamblado, elaboración de certificados de garantía no se encuentran mayor problema, ya que son actividades que se realizan en su rango. Por otro lado, en cuanto al almacén, elaboración, pintado y esmerilado del producto se puede ver que se detectaron problemas radicados en el tiempo de espera, orden y limpieza, reprocesos, los cuales afectan directamente al costo del proceso y se debe trabajar para mitigarlos.

Así también, se pudo observar que solo se realiza una planificación para el pedido de materiales, el cual no es utilizado para las actividades en secuencia que siguen después de ésta.

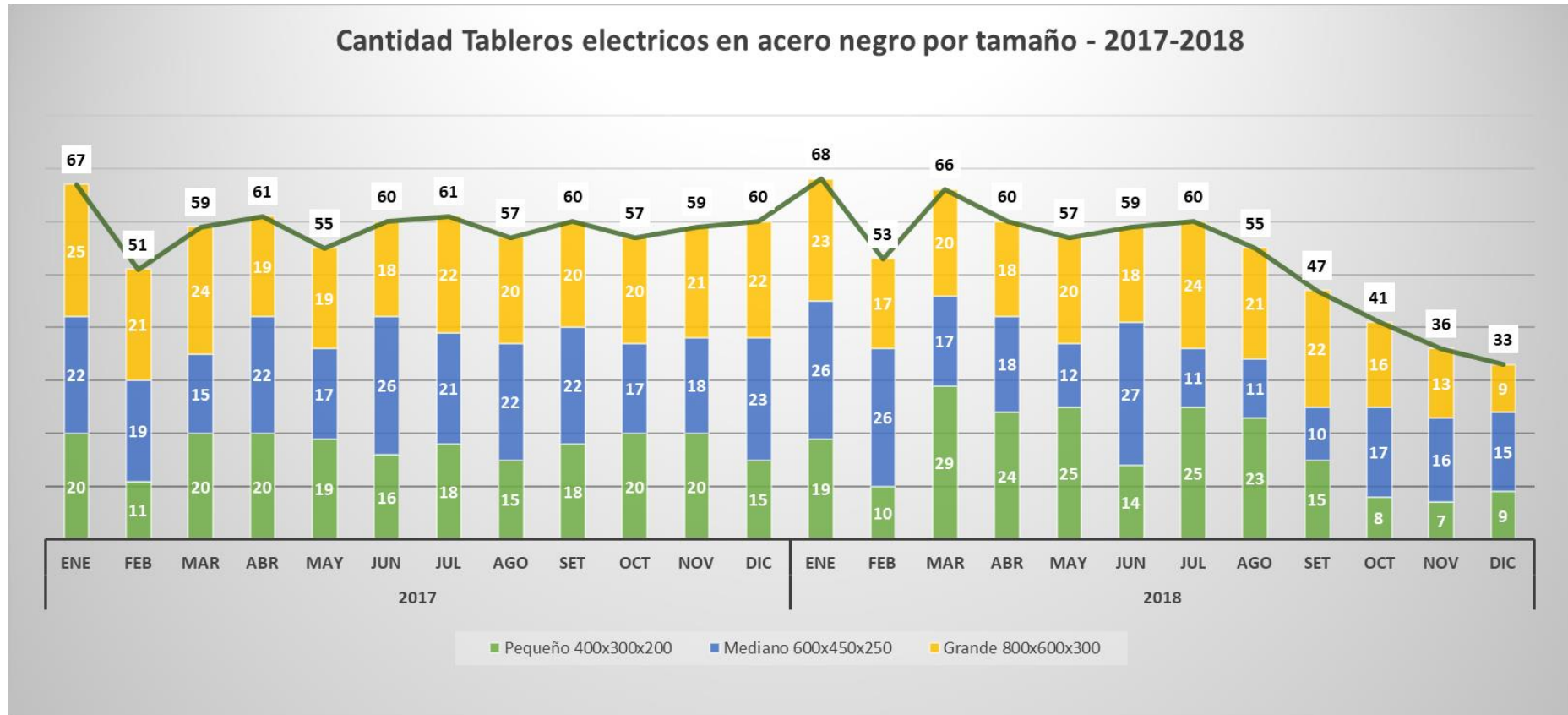
4.3. ANALISIS DE DATOS

En este punto se trata de mostrar los puntos que se pueden analizar cuantitativamente, para luego proceder a evaluar los resultados y así establecer indicadores para ser comparados con la mejora que se presentara.

4.3.1. Cantidad producida

En la Ilustración 16, se muestra la cantidad y porcentaje de fabricación de tableros eléctricos en acero negro, donde se puede reflejar mejor la variación de la producción mensual durante el año 2018.

Ilustración 16 Producción de tableros eléctricos en acero negro 2018



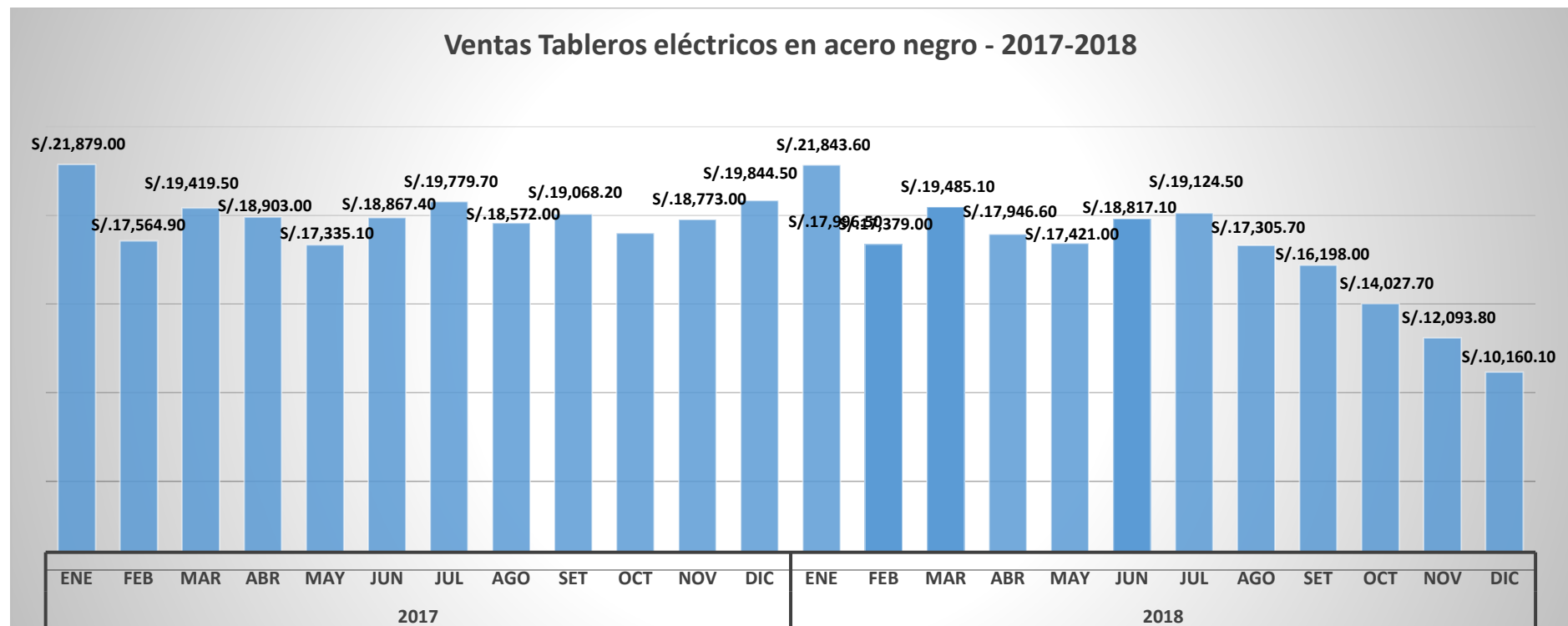
Elaborado en base a: Área Ventas de empresa metalmecánica en estudio

En la Ilustración 16 se puede observar que en el año 2017 la cantidad promedio producida fue de 59 tableros y en el año 2018, 53 unidades. Por otro lado, la producción durante los últimos meses del año 2018 ha disminuido considerablemente en 51.5% desde enero a diciembre.

4.3.2. Ventas

En la Ilustración 17 , se muestra el comportamiento de las ventas mensuales de tableros eléctricos fabricados en acero negro durante el año 2018, con la finalidad de conocer los meses de mayor demanda y cuanto ha afectado la disminución de la producción.

Ilustración 17 Ventas de tableros Eléctricos fabricados en acero negro



Elaborado en base a: Área Ventas de empresa metalmecánica en estudio

En la Ilustración 17, podemos determinar que, en el transcurso del tiempo, que el nivel de las ventas para el año 2017 fue S/. 228,002.80 y para el año 2018, S/ 201,802.20, observando una disminución del 11.49%.

Así mismo en el año 2018 se observa una disminución del 53.4% tomando como punto de referencia enero y diciembre. Por ello en la Tabla 11 se muestra el ingreso mensual de la empresa metalmecánica y la participación de los tableros eléctricos en acero negro en el 2018.

Tabla 11 Porcentaje mensual de tableros eléctricos en acero negro

Mes 2018	Ingreso Total	Ingreso Tableros eléctricos en acero negro	Porcentaje
Ene	S/. 45,462.50	S/. 21,843.60	48.0%
Feb	S/. 33,401.38	S/. 17,379.00	52.0%
Mar	S/. 37,439.06	S/. 19,485.10	52.0%
Abr	S/. 32,602.99	S/. 17,946.60	55.0%
May	S/. 34,205.74	S/. 17,421.00	50.9%
Jun	S/. 33,761.99	S/. 18,817.10	55.7%
Jul	S/. 37,244.78	S/. 19,124.50	51.3%
Ago	S/. 33,977.10	S/. 17,305.70	50.9%
Set	S/. 32,046.36	S/. 16,198.00	50.5%
Oct	S/. 25,298.29	S/. 14,027.70	55.4%
Nov	S/. 23,154.78	S/. 12,093.80	52.2%
Dic	S/. 20,588.08	S/. 10,160.10	49.3%
Total anual	S/. 388,070.19	S/. 201,802.20	52.0%

Elaborado en base al Área Ventas de empresa metalmecánica en estudio

Como se observa que el porcentaje de ingreso sólo de los tableros eléctricos en acero negro es más del 50% del total del ingreso de la empresa.

4.3.3. Costos

En la Tabla 12 se muestran los costos anuales de los años 2017 y 2018 brindados por la empresa.

Tabla 12 Costos y Gastos anuales de tableros eléctricos en acero negro

Año	Costos y Gastos Totales
2017	S/176,706.38
2018	S/163,806.38

Tomado de: Área Ventas de empresa metalmecánica en estudio

Se puede observar que los costos y gastos del año 2017 son mayores ya que se fabricaron mayor cantidad de tableros eléctricos como se observa en la Ilustración 16.

Para la propuesta de mejora se tomará como base el detalle de los costos sólo del año 2018 por ser el año donde se observa la reducción en ventas.

En base a la Tabla 11 donde se calculó el porcentaje mensual que representa los tableros eléctricos fabricados en acero negro del total del ingreso, se prorratan los costos, como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13 Costos y Gastos mensuales de tableros eléctricos en acero negro 2018

Mes 2018	Costos y Gastos Totales	Porcentaje	Costos y Gastos Prorrateados
Ene	S/ 33,741.21	48.0%	S/ 16,195.78
Feb	S/ 25,579.31	52.0%	S/ 13,291.21
Mar	S/ 30,642.10	52.0%	S/ 15,924.24
Abr	S/ 27,756.14	55.0%	S/ 15,278.61
May	S/ 27,872.04	50.9%	S/ 14,184.88
Jun	S/ 27,219.88	55.7%	S/ 15,150.69
Jul	S/ 31,962.02	51.3%	S/ 16,390.78
Ago	S/ 28,512.43	50.9%	S/ 14,520.22
Set	S/ 24,854.03	50.5%	S/ 12,560.64
Oct	S/ 19,974.93	55.4%	S/ 11,067.19
Nov	S/ 19,033.84	52.2%	S/ 9,930.70
Dic	S/ 18,905.04	49.3%	S/ 9,311.44
Total anual	S/ 316,052.99	51.8%	S/ 163,806.38

Elaborado en base al Área Administración y Contabilidad de empresa metalmecánica

Se puede apreciar que los costos y gastos de la fabricación de tableros eléctricos en acero negro suman 163 806.38 soles en todo el año 2018. Estos costos y gastos comprenden la mano de obra directa e indirecta, materiales, gastos de agua, luz, mantenimiento de las instalaciones, entre otros. Así mismo en base a la Ilustración 17 podemos concluir que la empresa siempre ha generado utilidad, por lo que, si buscamos reducir costos en reprocesos, el margen de utilidad aumentará aún más.

4.3.3.1. Costo Mano de Obra directa

En la Tabla 14 se muestra la cantidad total de colaboradores en la empresa que están directamente relacionados al proceso, con su respectivo pago mensual. Existe un solo turno de lunes a viernes de 8:00am a 5:30pm, excepto por el Contador que es tercerizado.

El proceso de producción esta automatizado casi en su totalidad, y la empresa debe cubrir el costo de Compensación por Tiempo de Servicio (CTS), Gratificación y Asignación Familiar a los colaboradores.

Tabla 14 Costo de Mano directa de obra mensual actual

Puesto de trabajo	Cantidad	Pago mensual	Total
Jefe de Producción	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Mecánico	2	S/ 1,440.00	S/ 2,880.00
Soldador	1	S/ 1,440.00	S/ 1,440.00
Apoyo	1	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Total	5		S/ 7,020.00

Elaborado en base al Área Administración y Contabilidad de empresa metalmecánica

Se observa que el rango de sueldos no es alto, debido a que se trata de una pequeña empresa, por lo que el costo directo no puede ser muy elevado. La empresa con máquinas óptimas para sus labores, las cuales deben ser manipuladas correctamente por una persona que tenga el conocimiento, no se puede decir todavía que el proceso de tableros eléctricos esta automatizado, ya que se encuentra en desarrollo.

4.3.3.2. Costo de horas extras

En la Tabla 15 se muestra el costo de horas extras mensuales de la mano de obra directa obtenida por medio de la Administradora de la empresa metalmecánica. Se calculó el costo prorrateado según la participación mensual de los tableros eléctricos en acero negro

Tabla 15 Costo de horas extras mano de obra directa

Mes 2018	Costo horas extras		Porcentaje	Costo prorrateado	
Ene	S/	144.00	48.0%	S/	69.12
Feb	S/	216.00	52.0%	S/	112.24
Mar	S/	120.00	52.0%	S/	62.36
Abr	S/	312.00	55.0%	S/	171.74
May	S/	288.00	50.9%	S/	146.57
Jun	S/	288.00	55.7%	S/	160.30
Jul	S/	540.00	51.3%	S/	276.92
Ago	S/	720.00	50.9%	S/	366.67
Set	S/	648.00	50.5%	S/	327.48
Oct	S/	240.00	55.4%	S/	132.97
Nov	S/	192.00	52.2%	S/	100.17
Dic	S/	192.00	49.3%	S/	94.57
Total	S/	3,900.00	52.0%	S/	2,021.11

Elaborado en base a: Área Administración y Contabilidad de empresa metalmecánica

Se observa que todos los meses se paga horas extras a los trabajadores, se infiere que son causadas por los reprocesos y soldado y pintado como se observó en el punto 4.5.2.

Así mismo este costo representa el 1% del total de costos y gastos.

4.3.3.3. Costo de materiales por reprocesos

En la Tabla 16 se muestra el costo mensual de materiales por reprocesos obtenida por medio de la Asistente de Logística quien registra el motivo del requerimiento de materiales por parte del jefe de Producción. Se calculó el costo prorrateado según la participación mensual de los tableros eléctricos en acero negro

Tabla 16 Costos de materiales por reprocesos de tableros eléctricos en acero negro

Mes 2018	Costos por reprocesos		Porcentaje	Costo prorrateado	
Ene	S/	969.36	48.0%	S/	465.29
Feb	S/	892.26	52.0%	S/	463.63
Mar	S/	1,141.85	52.0%	S/	593.40
Abr	S/	1,058.73	55.0%	S/	582.79
May	S/	1,071.84	50.9%	S/	545.49
Jun	S/	1,017.75	55.7%	S/	566.48
Jul	S/	1,549.08	51.3%	S/	794.40
Ago	S/	1,629.89	50.9%	S/	830.04
Set	S/	1,699.33	50.5%	S/	858.80
Oct	S/	1,381.23	55.4%	S/	765.28
Nov	S/	1,389.55	52.2%	S/	724.99
Dic	S/	1,125.76	49.3%	S/	554.48
TOTAL	S/	14,926.65	52.0%	S/	7,745.06

Elaborado en base a: Área Logística de la empresa metalmecánica en estudio

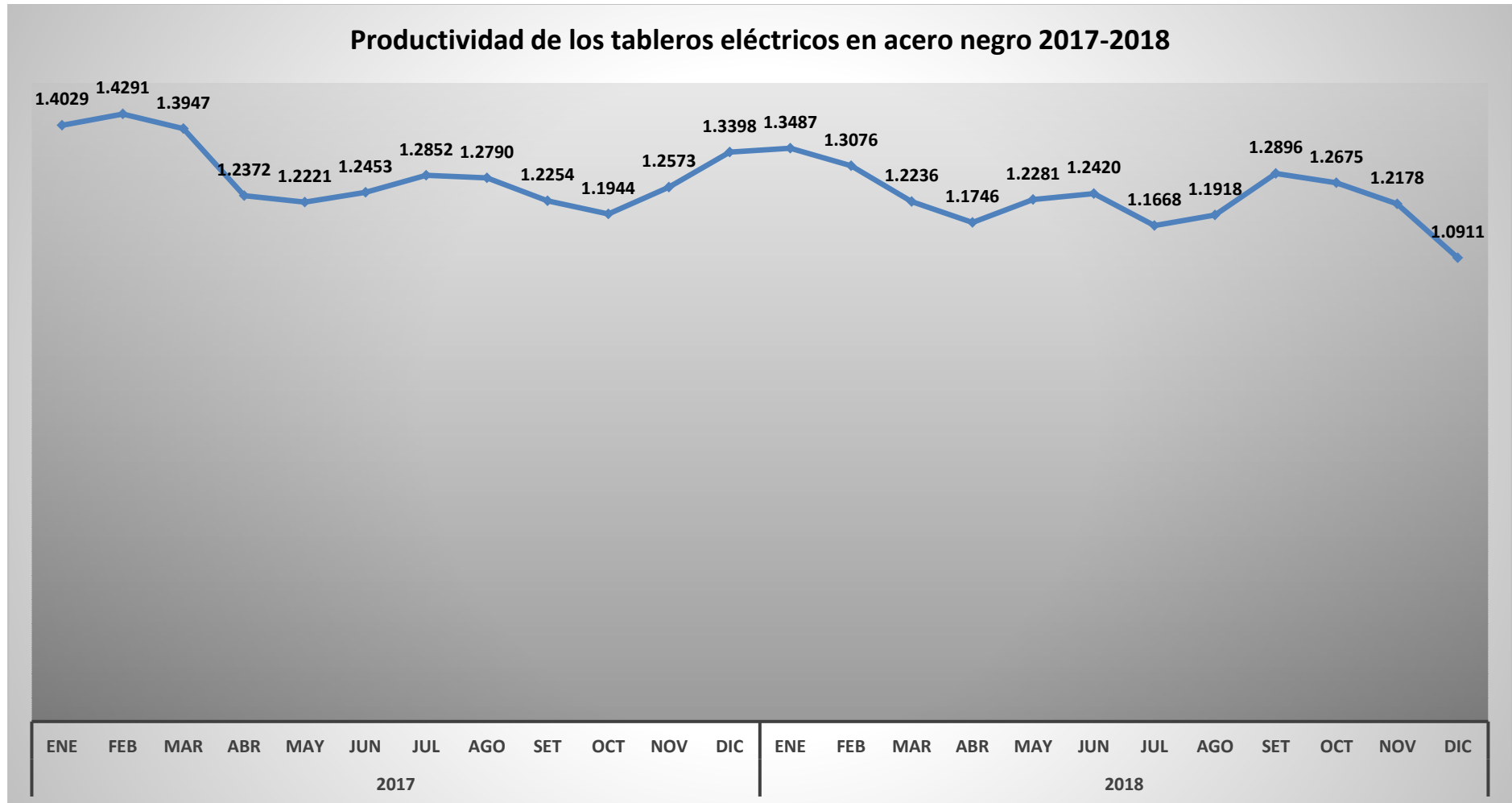
Se observa que el costo de materiales por reprocesos suma un total de S/7,745.06 durante todo el 2018. Si se logra eliminar los reprocesos este costo también se eliminaría.

Así mismo este costo representa el 4.73% del total de costos y gastos.

4.3.4. Productividad

En base a la Ilustración 17 de ventas y la Tabla 13 de costos y gastos, se ha generado la Ilustración 18, donde se muestra la variación de la productividad de los tableros eléctricos en acero negro durante el año 2018.

Ilustración 18 Productividad de los tableros eléctricos en acero negro



Elaboración: Propia.

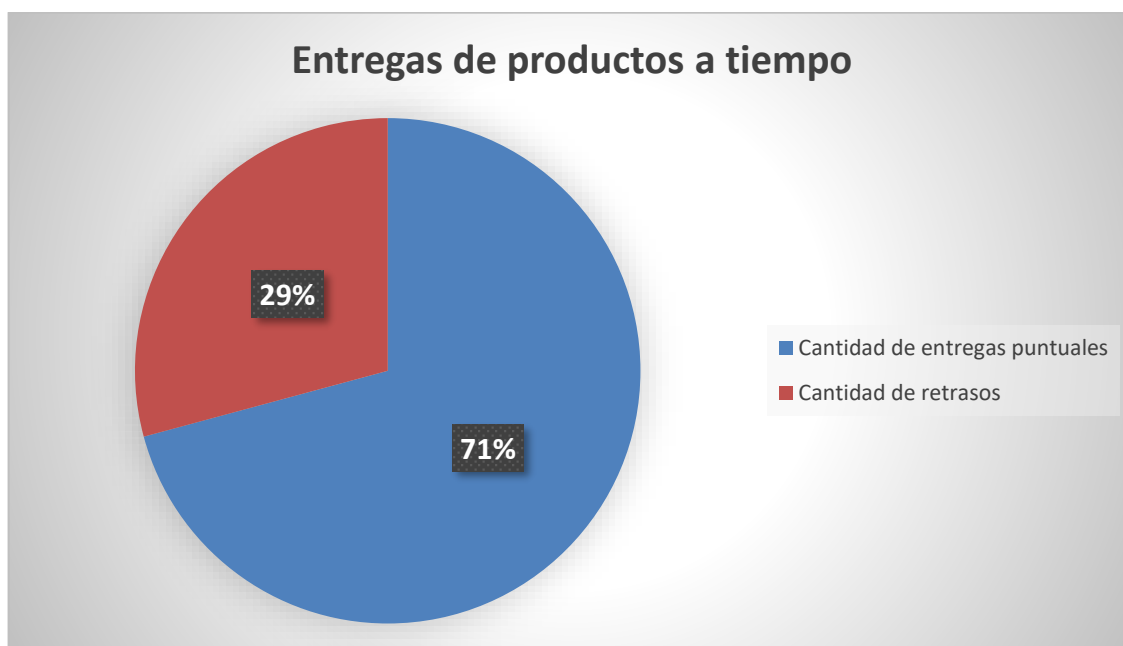
Como se observa, la productividad en el 2017 oscilaba entre 1.4929 y 1.3398, lo cual a comparación del 2018 ha descendido a 1.0911 en el mes de diciembre. Lo que nos indica que, al estar directamente relacionada con las ventas y costos, debido a los retrasos la productividad también se ha visto afectada.

En base a la cantidad total producida mostrada en la Ilustración 16 y los costos y gastos generados mostrados en la Tabla 12, se calcula la productividad anual del año 2017 y 2018, la cual es 1.2903 y 1.2320 respectivamente.

4.3.5. Entregas retrasadas

En la Ilustración 19, se muestra el porcentaje de la cantidad de entregas donde no se cumplió con la fecha indicada al principio de la orden de compra, brindada por el Área de Ventas.

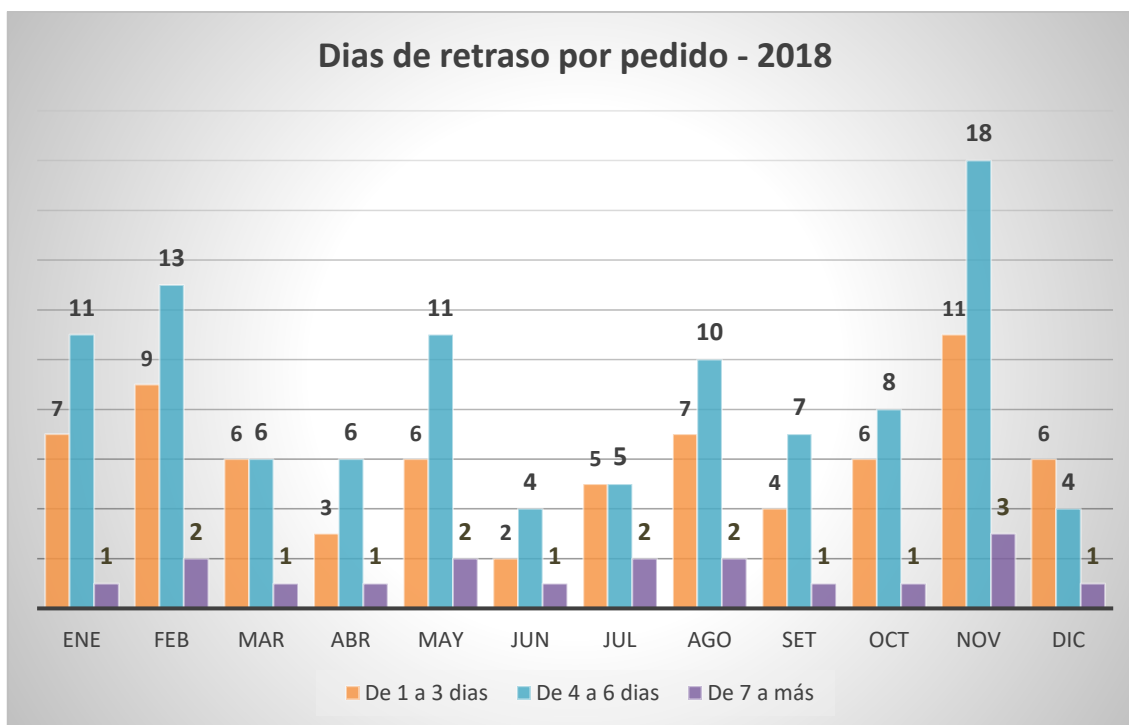
Ilustración 19 Porcentaje de cumplimiento de entrega de productos



Elaborado en base al Área Ventas de la empresa metalmecánica en estudio

Como se puede observar el 29% del total de pedidos no fueron entregados en la fecha pactada con el cliente.

En la Ilustración 20 se muestra los días de retraso en la entrega de pedidos mensualmente.

Ilustración 20 Días de retraso en entrega de producto final - 2018

Elaborado en base al Área Ventas de la empresa metalmecánica en estudio

Como se observa el tiempo de demora varia mayormente entre 4 a 6 días.

Al observar la cantidad de retrasos en la entrega de los taleros eléctricos en acero negro, nos podemos dar cuenta que los días de retraso son generados por los reprocesos dentro de la fabricación de taleros eléctricos, ya que estos reprocesos causan que el trabajador repita la actividad, invierta tiempo en buscar materiales adicionales y por ende el tiempo de fabricación se extiende, aumentando las colas de espera.

Después de todo el análisis de datos de la empresa metalmecánica se concluye que la disminución de las ventas en los últimos meses del año 2018 ha sido causada por la cantidad de retrasos en la entrega del producto terminado generados por los reprocesos existentes en el soldado y pintado los cuales generan costos adicionales en materiales y mano de obra.

4.3.6. Eficacia

La cantidad planificada mensualmente está definida por la empresa metalmecánica, las cuales se observan en la Tabla 17.

Tabla 17 Meta mensual y anual de fabricación de tableros eléctricos en acero negro

Mes 2018	2015	2016	2017	2018
Ene	X	X	67	68
Feb	X	X	51	53
Mar	X	X	59	66
Abr	X	X	61	60
May	X	X	55	57
Jun	X	X	60	59
Jul	X	X	61	60
Ago	X	X	57	55
Set	X	X	60	47
Oct	X	X	57	41
Nov	X	X	59	36
Dic	X	X	60	33
Cantidad promedio alcanzada	55	55	59	53
Meta anual			58	56

Tomado de: Área Ventas de la empresa metalmecánica en estudio

Como se observa en la Tabla 17 la meta anual para el 2018 es de 56 unidades de tableros, la cual es el resultado del promedio de las cantidades alcanzadas los últimos tres años ya que este método de cálculo fue definido por la empresa.

Para poder calcular la eficacia mensual de la producción, se solicitó a la empresa metalmecánica en estudio los datos de las metas mensuales para el año 2018, las cuales figuran en la Tabla 18.

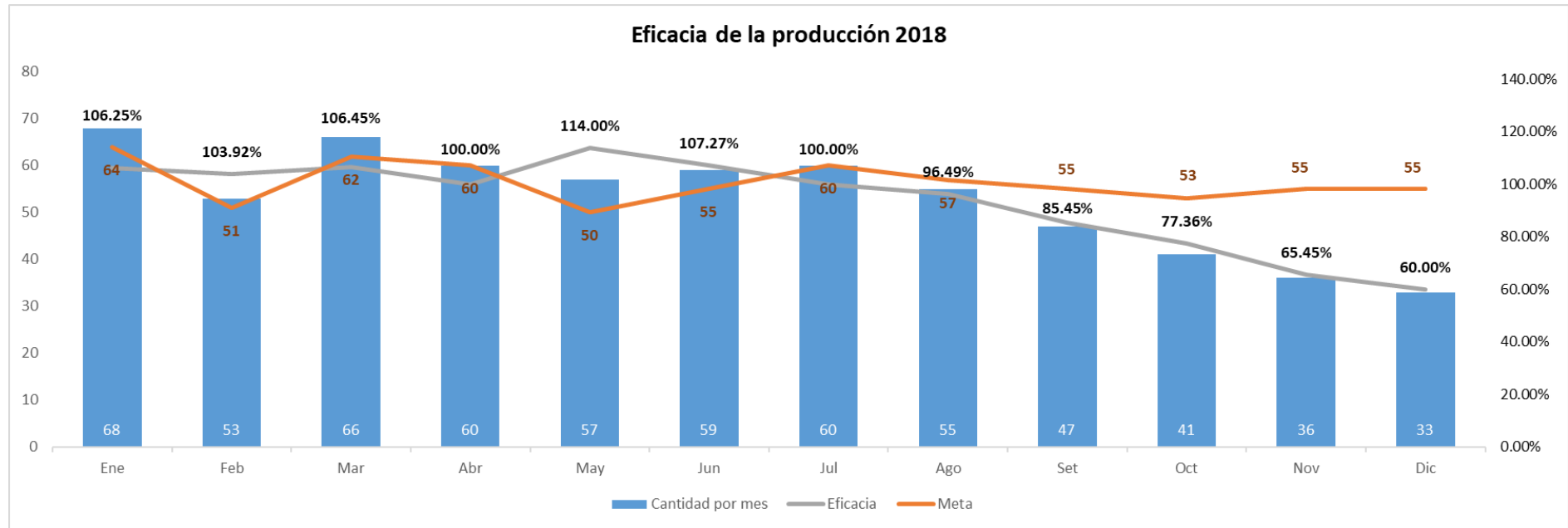
Tabla 18 Meta mensual y cantidad producida 2018

Mes 2018	Meta mensual	Cantidad producida
Ene	64	68
Feb	51	53
Mar	62	66
Abr	60	60
May	50	57
Jun	55	59
Jul	60	60
Ago	57	55
Set	55	47
Oct	53	41
Nov	55	36
Dic	55	33
Total anual	677	635

Tomado de: Área Ventas de la empresa metalmecánica en estudio

En base a la Tabla 18 se calculó la eficacia de la producción de tableros eléctricos fabricados en acero negro durante el año 2018 la cual se muestra en la Ilustración 21.

Ilustración 21 Eficacia de producción de tableros eléctricos en acero negro 2018



Elaboración: Propia

Como se observa en la Ilustración 21 la eficacia anual resulta 93.80%, como resultado de la división de la cantidad total producida en el año 2018 sobre la cantidad total planificada en base a la meta definida. Además, la eficacia mensual fue superior a la meta propuesta durante los siete primeros meses y fue disminuyendo en los 5 restantes, llegando a una eficacia de 60% en el mes de diciembre.

En los meses en los que se observa una eficacia mayor al 100%, se interpreta que la cantidad producida en esos meses fue mayor a la meta establecida para dicho mes. Este fenómeno indica una programación de metas deficiente.

4.4. ANALISIS VISUAL

El análisis visual permite verificar en campo como se está ejecutando el proceso de fabricación de tableros eléctricos e identificar los problemas existentes. Por un tema de confidencialidad, las fotos mostradas a continuación no son de la empresa metalmecánica en estudio. Sin embargo, se ha buscado en internet, fotos que puedan representar los problemas existentes en la empresa metalmecánica.

4.4.1. Almacenamiento de materia prima, insumos

En la Ilustración 22 se observa el almacenamiento de la materia prima y/o insumos.

Ilustración 22 Almacenamiento de materia prima, insumos



Fuente: Empresa

Se observa que existe desorden y falta de limpieza. Existe pinturas que se encuentran en el pasillo, obstruyendo el paso, así mismo no se lleva un inventario actualizado de lo que se almacena.

Así mismo se observa que algunas pinturas están vencidas y sólo se dan cuenta al momento de utilizar alguna.

4.4.2. Soldado

En la Ilustración 23 se observa el proceso de soldado de las piezas que conforman el tablero eléctrico.

Ilustración 23 Proceso de soldado



Fuente: Empresa

Se observa que existen reprocesos por productos defectuosos, es decir, se nota la soldadura, ocasionando que se acumulen las piezas.

4.4.3. Pintado

En la Ilustración 24 se observa el proceso de pintado de las piezas que conforman el tablero eléctrico.

Ilustración 24 Proceso de pintado



Fuente: Empresa

Dado que en la actividad previa a esta existen colas de espera, todas las piezas que llegan a ser pintadas deben de esperar un tiempo para pasar al horneado, las restantes no tienen un aislamiento que las proteja, esto ocasiona que sean rechazadas y que se vayan acumulando retrasando las actividades siguientes.

Ilustración 25 Fallas en pintado



Fuente: Empresa

Como se observa en la Ilustración 25 las piezas con mal acabado que tienen que ser lijadas para volver a aplicar la pintura, esto aumenta las colas de espera ya existentes.

4.4.4. Curado u horneado

En la Ilustración 26 se observa el proceso de curado de las piezas que conforman el tablero eléctrico después de ser pintadas.

Ilustración 26 Proceso de Secado



Fuente: Empresa

Se observa que se cuenta con un horno de secado donde no entran todas las piezas pintadas, dado que existen colas en actividades anteriores, ocasionando más colas de espera en esta etapa.

4.4.5. Ensamble y colocación de accesorios

En la Ilustración 27 se observa la disposición de herramientas en el proceso de ensamble de colocación de accesorios.

Ilustración 27 Disposición de herramientas en el ensamble y colocación de accesorios



Fuente: Empresa

Se observa que las herramientas utilizadas para el ensamble y los accesorios están desordenadas y mezclados en el lugar de trabajo, obstruyendo el paso. Muchas de ellas no se encuentran ubicadas de forma estratégicas, otras son usadas y no se regresan a los anaqueles que se encuentran en almacén por parte del técnico y en general no están almacenadas y distribuidas de forma adecuada de acuerdo a su frecuencia de uso y función.

4.4.6. Almacenamiento de producto final

En la Ilustración 28 se observa el almacenamiento del producto terminado y los no conformes que no pudieron ser reprocesados.

Ilustración 28 Almacenamiento de productos no conformes y terminados



Fuente: Empresa

Se observa que el almacenamiento de productos terminados se encuentra sucio y con agua. El espacio es muy pequeño considerando que no sólo se almacén tableros eléctricos, sino todos los productos que la empresa fabrica.

La preparación para la entrega de un producto terminado se ve comprometida dado que los empleados no pueden conocer fácilmente la ubicación a pesar de contar con etiquetas están no están a la vista.

4.5. ANALISIS DE CAPITAL HUMANO

El capital humano es el recurso primordial de cuyas habilidades, formación y experiencia depende asegurar la creación y sostenimiento de las ventajas competitivas de la empresa. Por ello, el análisis de los recursos humanos se convierte en una función trascendental, para contribuir a la consecución de los objetivos y estrategias de la empresa.

4.5.1. Colaboradores

La empresa metalmecánica cuenta actualmente con 9 colaboradores, los cuales se encuentran distribuidos como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19 Cantidad de colaboradores por puesto de trabajo

Puesto de trabajo	Cantidad
Gerente General	1
Administradora	1
Asesora de Ventas	1
Asistente de Logística	1
Jefe de Producción	1
Mecánico	2
Soldador	1
Apoyo	1
Total	9

Elaborado en base a: Área Administración de empresa metalmecánica

Como se observa, la empresa metalmecánica es una microempresa, esto se debe a que se tienen maquinas semi automatizadas.

4.5.2. Análisis de puestos

En la Tabla 20 se muestra el análisis de los puestos en el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro, se muestra el perfil que se solicita para cada puesto, para luego ser comparado con la persona que actualmente ocupa dicho puesto, con el fin de evaluar si la persona que ocupa el puesto es la persona idónea.

Tabla 20 Análisis de Puestos

PUESTO DE TRABAJO	REQUISITOS DEL PUESTO	CARACTERISTICAS DEL PERSONAL ACTUAL	RESULTADOS EN EL PROCESO
Jefe de Producción	Bachiller o Ingeniero Mecánico. Conocimientos en Inventor avanzado y elaboración de planos en 3D, así también conocimiento en presupuestos y fabricación de tableros eléctricos. Experiencia mínima de 3 años en el rubro metal mecánico	Bachiller en Ingeniería Mecánica. Conocimientos en Inventor avanzado y elaboración de planos en 3D. Poco conocimiento en presupuestos lo hace de manera empírica. Experiencia 3 años en el rubro metal mecánico	El jefe de producción cumple los requisitos. El no tener conocimientos documentados en la elaboración de presupuestos, no es limitante para el buen desarrollo de sus actividades, por el momento.
Mecánico	Técnico Mecánico Conocimientos en operación de cizalla semiautomática y plegadora. Conocimientos en técnicas de pintado electrostático Experiencia mínima de 02 años en el sector metal mecánico.	No cuenta con estudios técnicos en lo requerido, pero cuenta con habilidades empíricas. Pocos conocimientos en técnicas de pintado. Experiencia 2 años en el sector metalmecánico	Al no tener los conocimientos técnicos, ni la experiencia en técnicas de pintado, se incurre en productos defectuosos por el acabado de la pintura.
Soldador	Técnico Soldador Conocimiento del Proceso GTAW (tig). Experiencia mínima de 2 años en fabricaciones metal mecánicas	El soldador no cuenta con estudios técnicos en lo requerido, pero cuenta con habilidades empíricas. No cuenta con una homologación vigente en Soldadura GTAW (TIG) Experiencia 2 años 6 meses en fabricaciones metal mecánicas	El soldador al contar con habilidades empíricas, por un exceso de confianza y falta de capacitaciones que refresquen dichas habilidades, tiene como resultado un producto con soldadura un poco grotesca y notoria a primera vista, esto también se da por tratar de agilizar la producción.

Apoyo	<p>Estudiante de Carrera técnica en Mecánica o Soldador</p> <p>Conocimientos en mantenimiento de equipos</p> <p>Experiencia mínima de 01 año en el sector metal mecánico.</p>	<p>Estudiante de Carrera técnica en Mecánica</p> <p>Conocimientos de mantenimiento de equipos</p> <p>Experiencia mínima de 01 año en el sector metal mecánico.</p>	<p>El personal de apoyo, se encarga principalmente en el esmerilado y en la colocación de accesorios del tablero eléctrico, se pudo observar que en esa actividad se generan algunas colas, dado que, por lo comentado por el Jefe de Producción, el personal se distrae fácilmente durante su horario de trabajo.</p>
Asesora de Ventas	<p>Egresado o bachiller en carreras afines a Administración, Ingeniería Comercial o Industrial</p> <p>Conocimiento en cotizaciones, seguimiento de cobros a cliente.</p> <p>Conocimiento en Office básico e intermedio.</p> <p>Habilidades de elocuencia, poder de convencimiento</p> <p>Experiencia mínima de 02 años.</p>	<p>Bachiller en Ingeniería Comercial</p> <p>La encargada de Ventas, cumple con el perfil del puesto</p> <p>Habilidad de empatía</p>	<p>No se encuentran observaciones en el desempeño de este puesto</p>
Asistente de Logística	<p>Egresada o Bachiller en Ing. Industrial o Administración, o Estudios Técnicos en administración.</p> <p>Conocimiento en órdenes de compra, seguimiento a pago de proveedores, manejo de almacén.</p> <p>Experiencia mínima de 01 año en el sector metal mecánico</p>	<p>La asistente de Logística es: Técnica en Administración,</p> <p>Cuenta con 1 año de experiencia en otros sectores y 1 año el sector metal mecánico</p> <p>Conocimientos en órdenes de compra y seguimiento de pago a proveedores.</p> <p>Carece de conocimientos en manejo de almacén</p>	<p>Al carecer de experiencia en el manejo de almacén, actualmente la empresa cuenta con un almacén que no está debidamente ordenado y limpio, lo cual le causa demoras al momento de encontrar un material solicitado, ya que tampoco tiene alguna herramienta donde controle el ingreso y salida de materiales.</p>

Administradora	<p>Egresado o bachiller en carreras afines a Administración o Ingeniería Industrial</p> <p>Conocimiento en gestión, planificación de actividades. Además de conocimientos en gestión de personal.</p> <p>Experiencia 2 años en puestos similares</p>	<p>Bachiller en Ingeniería Industrial</p> <p>La encargada de Administración, cumple con el perfil del puesto</p>	<p>No se encuentran observaciones en el desempeño de este puesto</p>
----------------	--	--	--

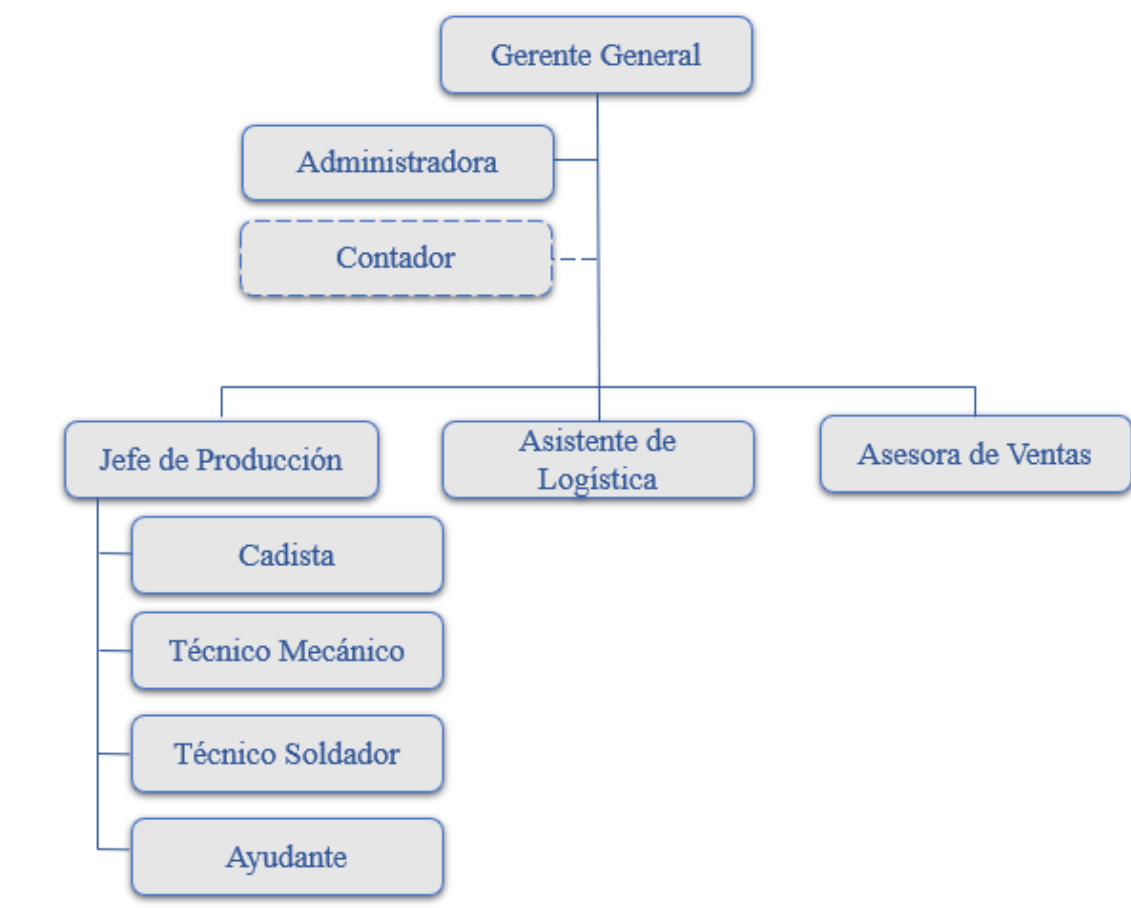
Elaborado en base a: Área Administración de empresa metalmecánica en estudio

Como se puede observar, los problemas que surgen en la Producción de tableros eléctricos y en el almacenamiento de los materiales, tienen relación con la falta de conocimientos y experiencia de los trabajadores que ocupan esos puestos que están directamente relacionados con el proceso de producción.

Podemos concluir que, al ser un tema de conocimientos, la empresa puede invertir en capacitaciones del personal, así como realizar la retroalimentación de cada deficiencia en cada orden atendida, con el fin de no volver a cometer el mismo error.

En base a lo concluido en el análisis de puesto se propone el siguiente Organigrama.

Ilustración 29 Organigrama Propuesto



Elaboración Propia.

Como se observa en la Ilustración 29, se propone adicionar el puesto de Cadista, ya que según el análisis realizado, si bien es cierto que el Jefe de Producción cumple con el perfil,

son varias las actividades que realiza, entonces el Cadista entraría de apoyo para la elaboración de planos.

4.5.3. Levantamiento de información primaria

4.5.3.1. Análisis de la entrevista aplicada al Jefe de Producción

Se aplicó entrevista al jefe de producción para obtener un panorama amplio de lo que opina el personal.

En la Tabla 21 se presenta las respuestas de la entrevista realizada al Jefe de Producción.

Tabla 21 Resultado de entrevista a Jefe de Producción

Pregunta	Respuesta
1. ¿A qué considera que se deba el aumento de los costos en el último año?	A mi parecer el aumento de costos puede generarse por el tema de los retrasos que estamos teniendo al entregar nuestros productos, ya que como usted comprenderá al generar retrasos, se generan colas de espera y horas extras en nuestras jornadas laborales, los cuales no son contempladas al aceptar un pedido.
2. ¿Por qué cree usted que se generan estos retrasos?	Para ser sincero, hay reprocesos en soldadura y pintado, esto genera que un tablero demore más tiempo en terminar su acabado, incrementando nuestro trabajo, entonces se tiene que conversar con los chicos para que puedan apoyarnos en quedarse horas de sobretiempo para acabar el trabajo, pero no siempre se logra terminar el pedido a tiempo, ya que también al momento de colocación de accesorios, estos últimos no están disponibles de forma inmediata.
3. ¿Por qué los accesorios no están disponibles?	En realidad, muchas veces se nos olvida hacer el requerimiento a tiempo de los accesorios, y como estos se usan en las últimas actividades, al momento de solicitarlos, la señorita encargada ya no se encuentra en oficina y deja el almacén cerrado. A veces también no lleno el formato de requerimiento de materiales por falta de tiempo y tengo que esperar hasta el día siguiente.
4. Usted indico que había reprocesos en soldadura y pintado. ¿Estos a que se deben?	El personal que realiza estas actividades, se equivoca. Por ejemplo, en la soldadura, el acabado es notorio y en el pintado, algunas piezas presentan mal acabado.
5. ¿El personal en mención, ha sido capacitado alguna vez desde que ingreso a la empresa?	No, según lo indicado por el gerente de la empresa, el personal que se contrata, reúne los requisitos y conocimientos para el puesto.

6.	¿Usted está de acuerdo con esa forma de pensar? ¿Cree que, si el personal se capacite, podría mitigarse esos reprocesos?	Yo pienso que sí, si mandamos a refrescar los conocimientos de los compañeros, podrían mejorar en los detalles de su trabajo y así evitar los reprocesos y por ende las colas de espera. Sería bueno homologar al soldador.
7.	Respecto a lo que mencionó en la segunda pregunta, de los sobretiempos y el no realizar su requerimiento a tiempo, ¿Cree usted que les falta planificarse en sus actividades? ¿Cuentan con algún documento que los ayude a su planificación?	Al parecer si nos falta un documento que nos oriente a la planificación, ya que no contamos con ningún procedimiento, ni el de elaboración, yo me encargo de difundir de forma verbal cuales son los pasos a seguir para las tareas diarias y entregar el diseño de los pedidos en planos.
8.	¿Estos planos son entregados a tiempo?	Si, considero que no he tenido demoras en la entrega de los planos hasta el momento.
9.	Y con respecto a la maquinaria ¿Influye en los retrasos?	No, en realidad las maquinarias con las que contamos se encuentran en óptimas condiciones para su uso, al momento no han presentado mayor problema
10.	En conclusión, ¿Solo se generan retrasos más estos no impactan en la calidad del producto?	Los productos que ofrece la empresa no han tenido quejas por parte del cliente en cuanto a calidad, solo hacen referencia a la demora en la entrega que es lo que te he detallado en toda esta entrevista.

Elaboración: Propia

Como se puede observar, con las respuestas del jefe de producción se pueden corroborar los problemas identificados en el análisis del proceso y en el análisis visual, los cuales se refieren a los reprocesos en soldadura y pintado y retrasos en la colocación de accesorios. Así mismo se identifican otras causas de los retrasos en la fabricación de tableros eléctricos, como la falta de procedimientos.

4.5.3.2. Análisis de la entrevista aplicada a Operadores

En las Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 se presenta los resultados de las entrevistas realizadas a los 4 operarios del Área de Producción.

Tabla 22 Resultados de entrevista a Operario 1 (AYUDANTE)

Pregunta		Respuesta
1.	¿La materia prima y/o insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se necesitan?	En la mayoría de casos, cuando se tiene trabajos acumulados, nos quedamos horas extras fuera del horario de trabajo y cuando se necesita algunos accesorios para las fabricaciones, la encargada ya no se encuentra, por ello se debe dejar pausado el trabajo.
2.	¿Y porque no solicitan a tiempo lo que necesitan?	No, es que en algún momento nos entregaban todos los materiales, pero empezaron a haber pérdidas de accesorios por el mismo desorden o por terminar rápido el trabajo, entonces el gerente decidió que teníamos que pedir los accesorios con un formato, avisándole antes a nuestro jefe para que lo solicite.
3.	¿Usted sabe llenar ese formato?	No, de eso se encarga mi jefe
4.	¿Y los planos para la fabricación de tableros eléctricos, se los entregan a tiempo?	Claro, mi jefe siempre es el primero de avisarnos del trabajo y nos trae los planos.
5.	¿Qué me puede decir con respecto a la maquinaria? ¿Están aptas y calibradas para su uso?	Si, desde que entre a trabajar no he visto fallas
6.	Hemos podido observar que, a toda el área de producción le falta orden y limpieza, si usted encuentra su lugar de trabajo desordenado y sucio ¿Lo limpia y ordena? ¿Por qué?	No, porque no lo ensucie yo
7.	¿Cuántas capacitaciones ha recibido hasta el momento?	Ninguna, no nos alcanza el tiempo.

Elaboración: Propia

Tabla 23 Resultados de entrevista a Operario 2 (MECANICO)

Pregunta		Respuesta
1.	¿La materia prima y/o insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se necesitan?	A veces, en el almacén se demoran mucho en entregar lo que pedimos, la Srta. creo que no sabe dónde guarda las cosas, por eso se le vencen los productos, porque a veces nos entrega pinturas vencidas.
2.	¿Y no revisan los materiales o insumos antes de utilizarlos?	A veces, cuando no estamos muy ocupados podemos revisarlo, pero creo que esa es función de almacén, no nuestra.
3.	Hemos podido notar que existen reprocesos en pintado, ¿A qué se deben?	Como le dije a veces la pintura nos entregan vencida y al secar el tablero se descascara o cuando dejamos secando los tableros, se ensucian por el ambiente y porque no están cubiertos.
4.	¿No tienen algún lugar específico para dejar los tableros secando?	No, sería bueno que lo implementen
5.	¿Y con respecto a los planos para la fabricación de tableros eléctricos, se los entregan a tiempo?	Casi siempre, a veces nos adelanta un dibujo a mano con las medidas que pide el cliente y con eso se va avanzando.
6.	¿Qué me puede decir con respecto a la maquinaria? ¿Están aptas y calibradas para su uso?	Sí, todo bien, les hacen mantenimiento.
7.	Hemos podido observar que, a toda el área de producción le falta orden y limpieza, si usted encuentra su lugar de trabajo desordenado y sucio ¿Lo limpia y ordena? ¿Por qué?	A veces, cuando no es mucho, lo hago, pero eso no está en mis funciones.
8.	¿Cuántas capacitaciones ha recibido hasta el momento?	Cero.

Elaboración: Propia

Tabla 24 Resultados de entrevista a Operador 3 (MECANICO)

Pregunta		Respuesta
1.	¿La materia prima y/o insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se necesitan?	No siempre, los materiales no son entregados a tiempo, nos indican que tardan en llegar a planta y nosotros tenemos que esperar eso para empezar la fabricación y por eso se nos acumula el trabajo.
2.	¿Es mucho lo que tienen que esperar?	A veces llega ese mismo día en la tarde, pero nos retrasa el ensamblado.
3.	Hemos podido notar que existen reprocesos en pintado, ¿A qué se deben?	Para no retrasarnos más, pintamos los tableros rápido y salen imperfectos, entonces tenemos que volver a pintarlos.
4.	¿Y los planos para la fabricación de tableros eléctricos, se los entregan a tiempo?	Si, la mayoría de veces, a veces el jefe se demora en entregar los planos, pero vamos avanzando con otras cosas.
5.	¿Qué me puede decir con respecto a la maquinaria? ¿Están aptas y calibradas para su uso?	Claro, nunca han parado
6.	Hemos podido observar que, a toda el área de producción le falta orden y limpieza, si usted encuentra su lugar de trabajo desordenado y sucio ¿Lo limpia y ordena? ¿Por qué?	A veces, porque cuando lo hago o dejo de hacer nadie me reclama ni felicita.
7.	¿Cuántas capacitaciones ha recibido hasta el momento?	Ninguna, desde que ingrese no he recibido capacitaciones.

Elaboración: Propia

Tabla 25 Resultados de entrevista a Operador 4 (SOLDADOR)

Pregunta		Respuesta
1.	¿La materia prima y/o insumos necesarios para la fabricación de los pedidos están disponibles en el momento que se necesitan?	La Srta. de almacén no trabaja horas extras como nosotros, entonces cuando le pedimos cosas y ella ya no está, tenemos que esperar al día siguiente, o cuando está presente y le pedimos algunos accesorios, se demora en buscarlos y entregarnos y por eso tenemos retrasos.
2.	¿Por qué no piden anticipadamente todo su material?	Para realizar mi trabajo, debo esperar que ya todo esté listo para el ensamble y solicitar mi material a través de mi jefe.
3.	Hemos podido notar que existen reprocesos en la soldadura, ¿A qué se deben?	Por acelerar el trabajo, puede ocurrir errores de soldado y se tiene que lijar y volver a soldar.
4.	¿Y los planos para la fabricación de tableros eléctricos, se los entregan a tiempo?	A veces, dependiendo de si nuestro jefe no se encuentra muy ocupado con otras cosas, igual no nos hace esperar mucho.
5.	¿Qué me puede decir con respecto a la maquinaria? ¿Están aptas y calibradas para su uso?	La verdad no he visto que se malogren hasta ahora.
6.	Hemos podido observar que, a toda el área de producción le falta orden y limpieza, si usted encuentra su lugar de trabajo desordenado y sucio ¿Lo limpia y ordena? ¿Por qué?	No, porque termino mi trabajo tarde y no me alcanza el tiempo.
7.	¿Cuántas capacitaciones ha recibido hasta el momento?	No he recibido capacitaciones.

Elaboración: Propia

Después de haber realizado las entrevistas al personal operativo, se puede concluir que la materia prima y/o insumos en la mayoría de veces está disponible al momento que se les requiere, pero cuando no, se debe a retrasos en la búsqueda de materiales y/o insumos en almacén.

En algunos casos se menciona de productos vencidos entregados por almacén a los trabajadores, por lo cual nos damos cuenta de la falta de orden y control de los materiales que se encuentran en el almacén.

Así mismo todos de los trabajadores coinciden que los retrasos no se generan por problemas con la maquinaria o por entrega de planos.

Con respecto a la falta de orden y limpieza en el área de producción, se puede deducir que no tienen una cultura de orden y limpieza y que su supervisor tampoco toma la importancia debida.

También se ha notado que la empresa no ha invertido en capacitaciones para los trabajadores, puede deberse a que como mencionó el Jefe de producción en la entrevista, el Gerente considera que ya tienen los conocimientos adecuados y la experiencia suficiente. Por tanto, se deberá analizar si estas capacitaciones son necesarias ya que el Jefe de Producción menciona en su entrevista que había errores por parte de los trabajadores, pero ninguno de ellos menciona que este sea el motivo de su retraso.

4.6. MEDICIÓN DE INDICADORES ACTUALES

Luego del análisis de proceso, análisis de datos, análisis visual y en análisis del capital humano se ha logrado identificar y cuantificar los principales indicadores en el proceso de producción de tableros eléctricos en acero negro que se muestran en la Tabla 26

Tabla 26 Indicadores de medición del proceso de fabricación de tableros eléctricos

Indicador	Medición actual	Interpretación
Cantidad de entregas retrasadas x 100 / Cantidad de pedidos	29% (Ver Ilustración 19)	Porcentaje de entregas retrasadas al año.
(Días hábiles de retraso en entrega) / mes	De 4 a 6 días (Ver Ilustración 20)	Rango de días hábiles de retrasos por mes
Costos por horas extras x 100 / Costos totales	1.75% (Ver punto 4.3.3.2)	Porcentaje de costos de horas extras
Costos de materiales por reprocesos x 100 / Costos totales	6.08% (Ver punto 4.3.3.3)	Porcentaje de costos de materiales por reprocesos
Capacitaciones ejecutadas x 100 / Capacitaciones planificadas	0 (Ver punto 4.5.3)	Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones planificadas
Ventas obtenidas / (Costo + gasto)	1.2320 (Ver punto 4.3.4)	Productividad anual
Tiempo de fabricación/ Unidad	42 horas 21 minutos (Ver Ilustración 15)	Tiempo de fabricación por tablero.
Elaborado en base al Área de Ventas, Logística y producción de la empresa metalmecánica en estudio		

Como se observa los indicadores de medición nos permiten conocer la situación actual de la represa cuantitativamente, esto con la finalidad que se puedan comparar una vez se realice la propuesta de mejora.

4.7. IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE PROBLEMAS

4.7.1. MAPEO DE LA CADENA DE VALOR -VSM

Para poder desarrollar el Mapeo de la Cadena de Valor, se van a definir las variables por cada actividad.

Los tiempos de producción se han calculado en base al DAP de la empresa que se muestra en el Capítulo IV del presente estudio, punto 4.2.5, del cual se ha tomado los tiempos de

las actividades principales y se han convertido en minutos para cada actividad el tiempo de producción será expresado en minutos, se mencionará también el número de operarios que intervienen en cada actividad y se calculara el tiempo por ciclo de cada actividad, el cual está referido a la demora por operario de cada actividad, es decir de la división del tiempo de producción entre el número de operarios.

4.7.1.1. Diseño

Para la actividad de diseño, se tiene un tiempo de producción de 90 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 27

Tabla 27 Actividad de diseño

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Diseño
Tiempo de Producción	90 min
Tiempo del Ciclo	90 min
Número de Operarios	1

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

4.7.1.2. Requerimiento de materiales

Para la actividad de requerimiento de materiales, se tiene un tiempo de producción de 30 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28 Requerimiento de materiales

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Requerimiento de materiales
Tiempo de Producción	30 min
Tiempo del Ciclo	30 min
Número de Operarios	1

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

4.7.1.3. Adquisición de materiales

Para obtener el tiempo de la actividad de adquisición de materiales no se toma en cuenta el tiempo de demora de llegada del material, ya que este tiempo está plasmado en el VSM en el ícono de un Bus de Transporte. Por tanto, el tiempo de esta actividad se calcula en la Tabla 29:

Tabla 29 Calculo del tiempo de adquisición de materiales para VSM

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Consulta a Almacén	00:10:12	10 min
Demora	00:21:23	21 min
Compra de materiales	01:42:13	102 min
Adquisición de materiales		133 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

Como se observa en la Tabla 29, la actividad de adquisición de materiales tiene un tiempo de producción de 133 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30 Adquisición de Materiales

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Adquisición de materiales
Tiempo de Producción	133 min
Tiempo del Ciclo	133 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.4. Recojo de Materiales

Para la actividad de recojo de materiales, se tiene un tiempo de producción de 12 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 31

Tabla 31 Recojo de materiales

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Recojo de materiales
Tiempo de Producción	12 min
Tiempo del Ciclo	12 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.5. Entrega de diseño

Para la actividad de entrega de diseño, se tiene un tiempo de producción de 07 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 32

Tabla 32 Entrega de diseño

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Entrega de diseño
Tiempo de Producción	07 min
Tiempo del Ciclo	07 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.6. Elaboración

El tiempo de la actividad de elaboración se calcula en la Tabla 33:

Tabla 33 Cálculo del tiempo de Elaboración para VSM

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Corte	01:02:42	62 min
Traslado al área de troquelado	00:00:15	0.25 min
Troquelado	00:14:52	15 min
Traslado al área de plegado	00:00:13	0.22 min
Plegado	02:01:10	121 min
Traslado al área de armado	00:00:13	0.22 min
Armado y Soldadura	01:08:03	68 min
Traslado al área de Soldadura	00:00:12	0.21 min
Soldadura	00:43:37	43 min
Demora	00:31:02	31 min
Traslado al área de esmerilado	00:00:18	0.30 min
Elaboración		342 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

Para la actividad de elaboración, se tiene un tiempo de producción de 342 min, el cual difiere al tiempo del ciclo, ya que se cuenta con 03 operarios para esta actividad entonces el tiempo de ciclo se calcula en 114 min, como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34 Elaboración

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Elaboración
Tiempo de Producción	342 min
Tiempo del Ciclo	114 min
Número de Operarios	3

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

4.7.1.7. Esmerilado

Para la actividad de esmerilado se tiene un tiempo de producción de 77 min, el cual es

igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 35

Tabla 35 Esmerilado

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Esmerilado
Tiempo de Producción	77 min
Tiempo del Ciclo	77 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.8. Pintado

El tiempo de la actividad de Pintado se calcula en la Tabla 36.

Tabla 36 Cálculo del tiempo de Pintado para VSM

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Ataque con ácido	00:15:10	15 min
Traslado al área de lavado	00:00:10	0.19 min
Lavado	00:11:15	11 min
Traslado al área de secado	00:00:05	0.10 min
Secado	00:28:30	28 min
Traslado al área de pintado	00:00:12	0.21 min
Pintado	00:31:05	31min
Demora	01:32:30	92 min
Traslado al área de curado	00:00:10	0.19 min
Curado u horneado	00:16:08	16 min
Traslado al área de ensamble	00:00:11	0.20 min
Pintado		195 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

Para la actividad de pintado se tiene un tiempo de producción de 195 min, el cual es igual

al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37 Pintado

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Pintado
Tiempo de Producción	195 min
Tiempo del Ciclo	195 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.9. Ensamble y colocación de accesorios

Para la actividad de Ensamble y colocación de accesorios se tiene un tiempo de producción de 43 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38 Ensamble y colocación de accesorios

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Ensamble y colocación de accesorios
Tiempo de Producción	43 min
Tiempo del Ciclo	43 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.10. Inspección

Para la actividad de Inspección se tiene un tiempo de producción de 17 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39 Inspección

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Inspección
Tiempo de Producción	17 min
Tiempo del Ciclo	17 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.11. Elaboración de certificados

Para la actividad de Elaboración de certificados se tiene un tiempo de producción de 15 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 40

Tabla 40 Elaboración de certificados

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Elaboración de certificados
Tiempo de Producción	15 min
Tiempo del Ciclo	15 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.12. Almacenaje

El tiempo de la actividad de Almacenaje se calcula en la Tabla 41.

Tabla 41 Cálculo del tiempo de Almacenaje para VSM

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Embalaje	00:11:40	11.6 min
Etiquetado	00:04:28	04 min
Traslado a almacén	00:00:21	0.4 min
Almacenamiento	00:02:15	02 min
Almacenaje		18 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

Para la actividad de Almacenaje se tiene un tiempo de producción de 18 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42 Almacenaje

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Almacenaje
Tiempo de Producción	18 min
Tiempo del Ciclo	18 min
Número de Operarios	1
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio	

4.7.1.13. Mapeo de la Cadena de Valor

En la Ilustración 11 Diagrama de bloques de la empresa y en la Ilustración 12 del Lay Out de la empresa, se pueden observar las actividades que se realizan a lo largo del proceso, en base a estas dos ilustraciones es que se formula el mapeo de la cadena de valor.

En el diagrama de Mapeo de Cadena de Valor, se sumaran todos los tiempos de las actividades en las cuales participa un mismo operario, como el caso del Jefe de producción como se muestra en la Tabla 43 y de la asistente de Logística como se muestra en la Tabla 44.

Las para las actividades de elaboración, se mostraran de acuerdo a lo mostrado en los puntos 4.7.1.6, 0, 4.7.1.8 y 4.7.1.9.

Tabla 43 Hoja de Datos del Proceso del Jefe de Producción

Hoja de Datos del Proceso	
JEFE DE PRODUCCION	
Actividad	Diseño
Tiempo de Producción	90 min
Tiempo del Ciclo	90 min
Actividad	Requerimiento de materiales
Tiempo de Producción	30 min
Tiempo del Ciclo	30 min
Actividad	Recojo de materiales
Tiempo de Producción	12 min
Tiempo del Ciclo	12 min
Actividad	Entrega de diseño
Tiempo de Producción	07 min
Tiempo del Ciclo	07 min
Actividad	Inspección
Tiempo de Producción	17 min
Tiempo del Ciclo	17 min
Actividad	Elaboración de certificados
Tiempo de Producción	15 min
Tiempo del Ciclo	15 min
Número de Operarios	1
TIEMPO TOTAL	171 min

Elaboración: Propia

Tabla 44 Hoja de Datos del Proceso de la Asistente de Logística

Hoja de Datos del Proceso	
ASISTENTE DE LOGÍSTICA	
Actividad	Adquisición de materiales
Tiempo de Producción	133 min
Tiempo del Ciclo	133 min
Actividad	Almacenaje
Tiempo de Producción	18 min
Tiempo del Ciclo	18 min
Número de Operarios	1
TIEMPO TOTAL	141 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

En la Ilustración 30 se muestra la cadena de valor del proceso de producción, tal como se menciona anteriormente toda la información plasmada gráficamente ha sido elaborada en base al Diagrama de Análisis del Proceso.

En la cadena de valor se consideran tiempos entre los distintos cuadrantes, los cuales fueron calculados de la siguiente manera:

- **Tiempo entre Jefe de Producción y Asistente de Logística:**

Este tiempo es considerado entre el traslado al área de Logística y al almacén para el recojo de materiales, como figura en la Tabla 45.

Tabla 45 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Asistente de Logística

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Traslado al área de Logística	00:00:21	0.35 min
Traslado a almacén	00:00:22	0.37 min
Tiempo total		0.72 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

- **Tiempo entre Jefe de Producción y Elaboración:**

Este tiempo es considerado como el tiempo de traslado a planta, como figura en la Tabla 46.

Tabla 46 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Elaboración

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Traslado a Planta	00:00:17	0.28 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

- **Tiempo entre Esmerilado y Pintado:**

Este tiempo es considerado como la suma de la demora que se presenta después del esmerilado y el traslado al lugar donde se realiza el ataque con ácido, tal como figura en la Tabla 47.

Tabla 47 Cálculo del tiempo entre Esmerilado y Pintado

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Demora	00:16:12	16.20 min
Traslado al área de ataque con acido	00:00:13	0.22 min
Tiempo total		16.42 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

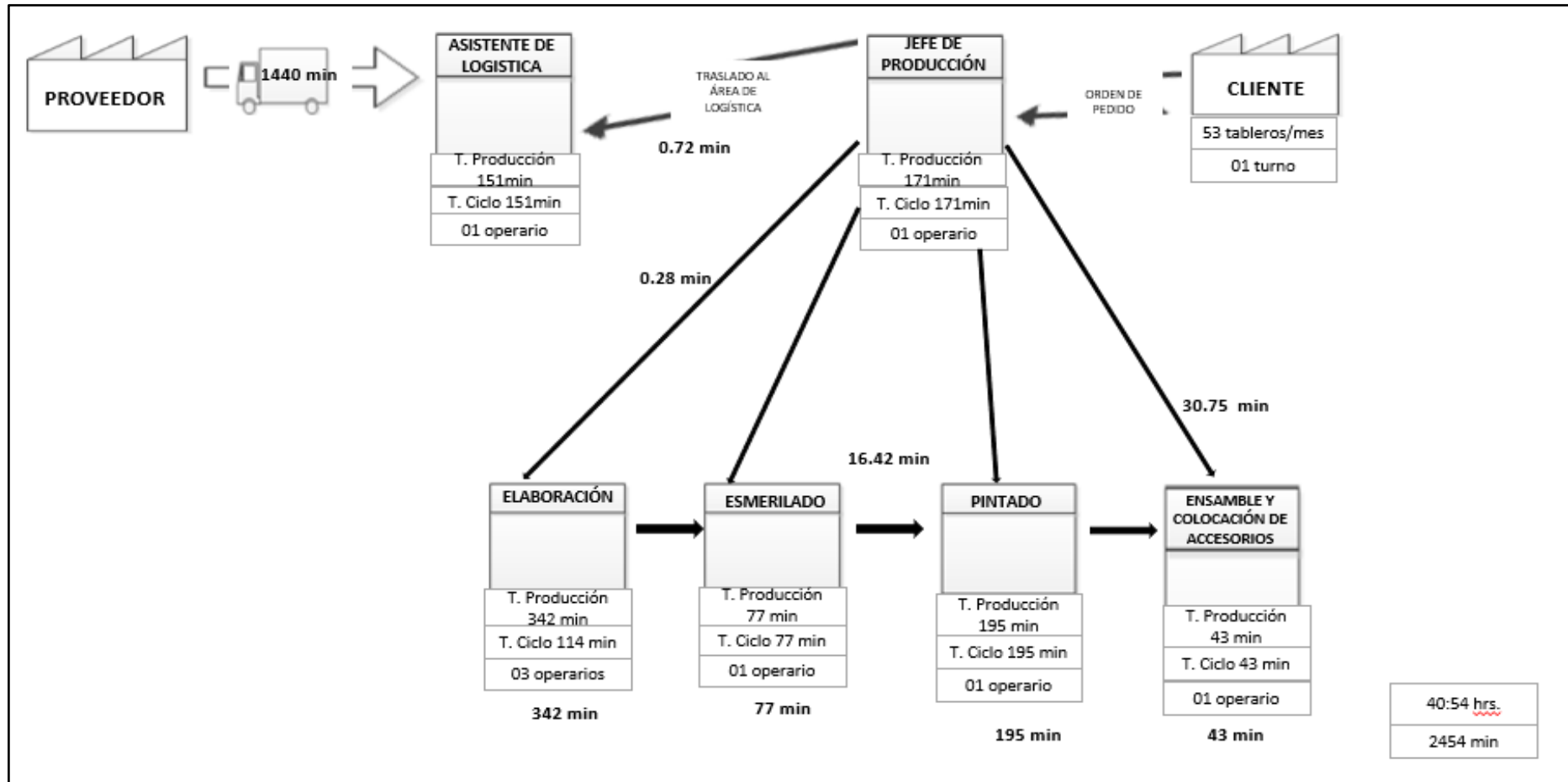
- **Tiempo entre Ensamble y Colocación de Accesorios e Inspección:**

Este tiempo es considerado como la suma de la demora que se presenta después del ensamble y colocación de accesorios y la inspección, el traslado a la inspección del tablero y el traslado a la oficina para elaborar su respectiva documentación, como se muestra en Tabla 48.

Tabla 48 Cálculo del tiempo entre Ensamble y colocación de accesorios e Inspección

Actividad	Tiempo en Horas (DAP)	Tiempo en minutos
Demora	00:30:12	30.20 min
Traslado a la inspección	00:00:11	0.18 min
Traslado a oficina	00:00:22	0.37 min
Tiempo total		30.75 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

Ilustración 30 VSM Actual



Elaboración: Propia

En la Ilustración 30 se puede observar que al mes se producen 53 tableros como se muestra en la Tabla 26, los cuales fueron sacados del promedio de la demanda mensual, cada indicador ha sido explicado en los puntos anteriores, el tiempo total del proceso concuerda al tiempo expresado en l DAP del punto 4.2.5.

4.7.2. ANÁLISIS DE 8 DESPERDICIOS

Para la identificación de los desperdicios de Lean Manufacturing se considera la información desarrollada en los puntos:

- 4.2 análisis del proceso, Tabla 10, donde se identifican los problemas existentes en cada etapa de proceso.
- 4.2 análisis del proceso, en la Ilustración 15, se observa el desperdicio de espera, al contar con 4 actividades de demora por 114 minutos.
- 4.4 análisis visual donde se observa desperdicios de movimiento y transporte que son ocasionados por el desorden que existe tanto en planta como en almacén lo cual obstaculiza el tránsito por parte de los trabajadores y no los permite trabajar en un ambiente debidamente organizado.
- 4.5 análisis de capital humano en el cual se hizo el análisis de puesto en la Tabla 20 para verificar si los trabajadores cumplen con el perfil de puesto. Así mismo, en la entrevista aplicadas en las Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25, se identificó que los trabajadores no han recibido capacitaciones durante el tiempo que llevan trabajando, también se observa el desperdicio de corrección en los reprocesos ocasionados en las actividades de soldado y pintado.

Teniendo en cuenta los ocho tipos de desperdicios desarrollados en el Marco Teórico, y los análisis de los puntos 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 y 5.1 se realizó la clasificación de los que están presentes en el proceso de fabricación de tableros eléctricos, los cuales se plasman en la Tabla 49:

Tabla 49 Análisis de 8 desperdicios identificados en la empresa metalmecánica

Actividad	DESPERDICIOS LEAN								Descripción
	1.- Sobreproducción	2.- Stocks de Inventarios	3.- Transporte	4.- Esperas	5.- Movimiento	6.- Sobreproceso	7.- Corrección	8.- Talento Humano	
Diseño									No se encontraron desperdicios
Requerimiento de materiales									No se encontraron desperdicios
Adquisición de materiales			X	X	X			X	El almacén se encuentra desordenado y no existe un control de inventarios, tomando más tiempo de lo debido en buscar los materiales solicitado por el Jefe de Producción e identificar los materiales que faltan. Los materiales se mueven de un lugar a otro durante esta búsqueda. El asistente de logística cumple parcialmente con el perfil de puesto
Recojo de materiales									No se encontraron desperdicios
Entrega de diseño									No se encontraron desperdicios
Elaboración				X			X	X	La soldadura notoria ocasiona reprocesos y tiempos de espera El soldador cumple parcialmente con el perfil de puesto

Esmerilado				X					Existen colas de espera dado que este proceso depende de la actividad de soldado.
Pintado				X			X	X	Las piezas que son pintadas no tienen un aislamiento que proteja a las piezas de la contaminación, esto ocasiona que las piezas sean rechazadas, generando colas de espera. También se observó un mal acabado en el pintado por el exceso de confianza del personal y por cumplir parcialmente con el perfil de puesto.
Ensamble y colocación de accesorios				X	X				Las herramientas en ésta sección están muy desordenadas, impidiendo el paso libre de los trabajadores para desplazarse de un lado a otro. Además de ser una actividad dependiente del pintado se generan colas de espera.
Inspección							X		Si el producto final no cumple con las normas y requerimientos de cliente es reprocesado.
Elaboración de certificado									No se encontraron desperdicios
Almacenamiento				X	X			X	Falta orden y limpieza en el almacén de materiales y en el del producto terminado. Ocasionando que el trabajador no pueda caminar libremente de un lugar a otro. Existen pinturas vencidas que no son identificadas y eliminadas. El asistente de Logística cumple parcialmente con el perfil de puesto
TOTAL	0	0	1	6	3	0	3	4	

Elaboración propia

Con la tabla de identificación de desperdicios se puede concluir que de los 8 tipos de desperdicios lean se han identificado 5 de ellos en el proceso de fabricación de tableros eléctricos, siendo los desperdicios más frecuentes el desperdicio de demoras y talento humano.

Además, con el análisis se determina que la mayoría de las etapas del proceso están afectadas por el cumplimiento parcial del perfil de puesto de los trabajadores.

Esto demuestra una clara relación con la filosofía de no hacer las cosas bien a la primera si no que es necesario varias inspecciones y reprocesos.

El almacén y el área de trabajo en el ensamblado y colocación de accesorios carece de orden y limpieza, por lo que se toma tiempo ubicar los materiales, hasta a veces hacer dobles adquisiciones de material que no se encuentra en el momento solicitado, sino tiempo después.

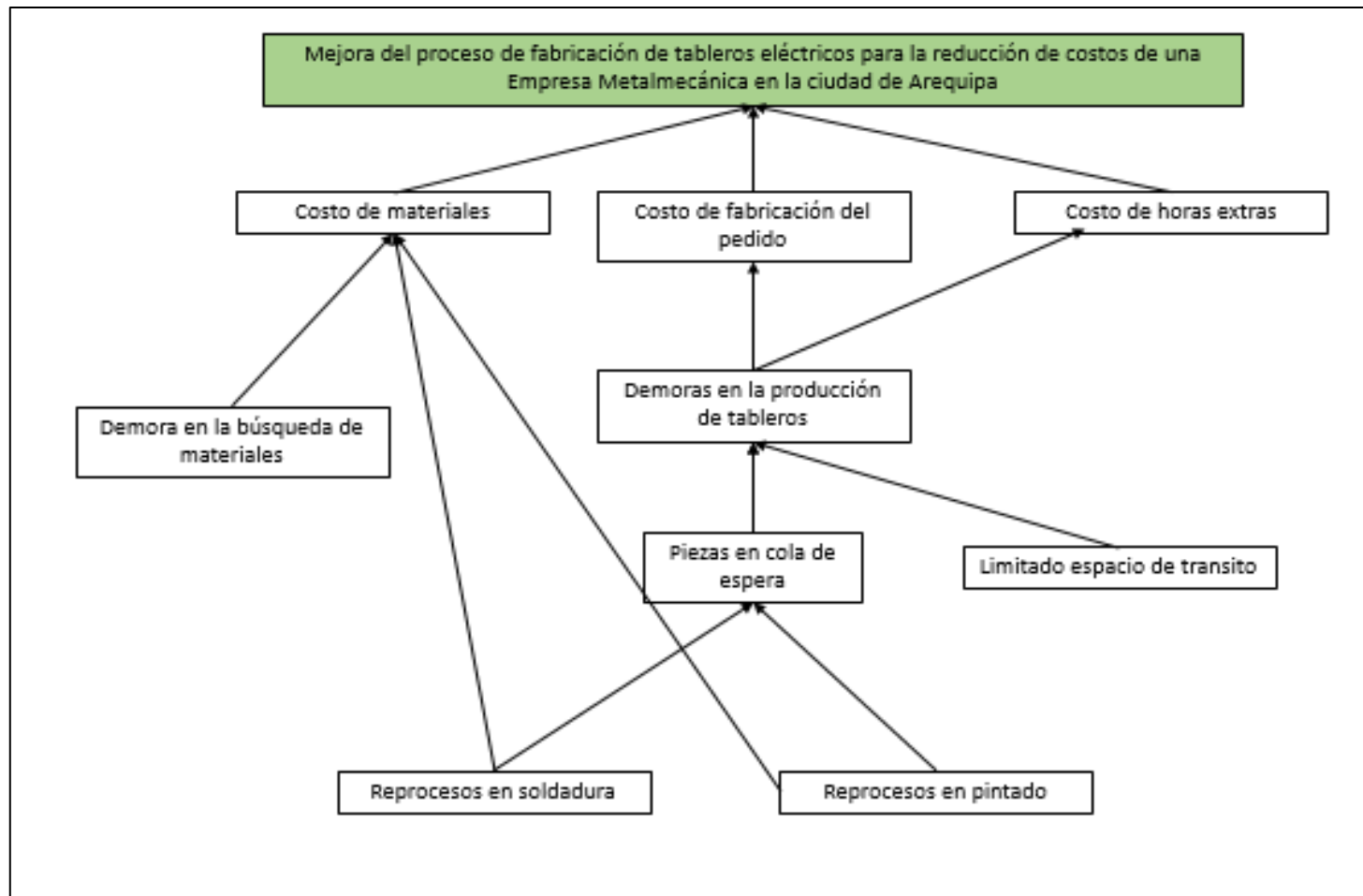
4.7.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

En base a los análisis anteriormente desarrollados, se elaborará la identificación de problemas, los cuales serán resultado de la utilización de herramientas como los diagramas de Árbol de Problemas, Ishikawa Matriz de Priorización y Diagrama de Pareto.

4.7.3.1. Diagrama de Árbol de Problemas

A continuación, la descripción gráfica de los problemas identificados en el diagnóstico situacional de la empresa. Este diagrama nos permite ver de forma resumida la situación negativa que existe.

Ilustración 31 Diagrama de Árbol de problemas de la empresa metalmecánica



Elaboración propia

Con la ayuda el diagrama de árbol, se encontró 6 posibles problemas que tiene el proceso, lo cual ayudará para plantear posibles soluciones que tendrán como objetivo la reducción de sus costos.

4.7.3.2. Diagrama de Ishikawa

A continuación, en la Ilustración 32 se desarrollará el Diagrama de Ishikawa, que es una herramienta gráfica que nos permitirá analizar las principales causas de los problemas que presenta el proceso de fabricación de Tableros Eléctricos En este punto se desarrollará la metodología de Ishikawa y 6M's para seleccionar y priorizar las principales causas de los problemas que se presentan en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro.

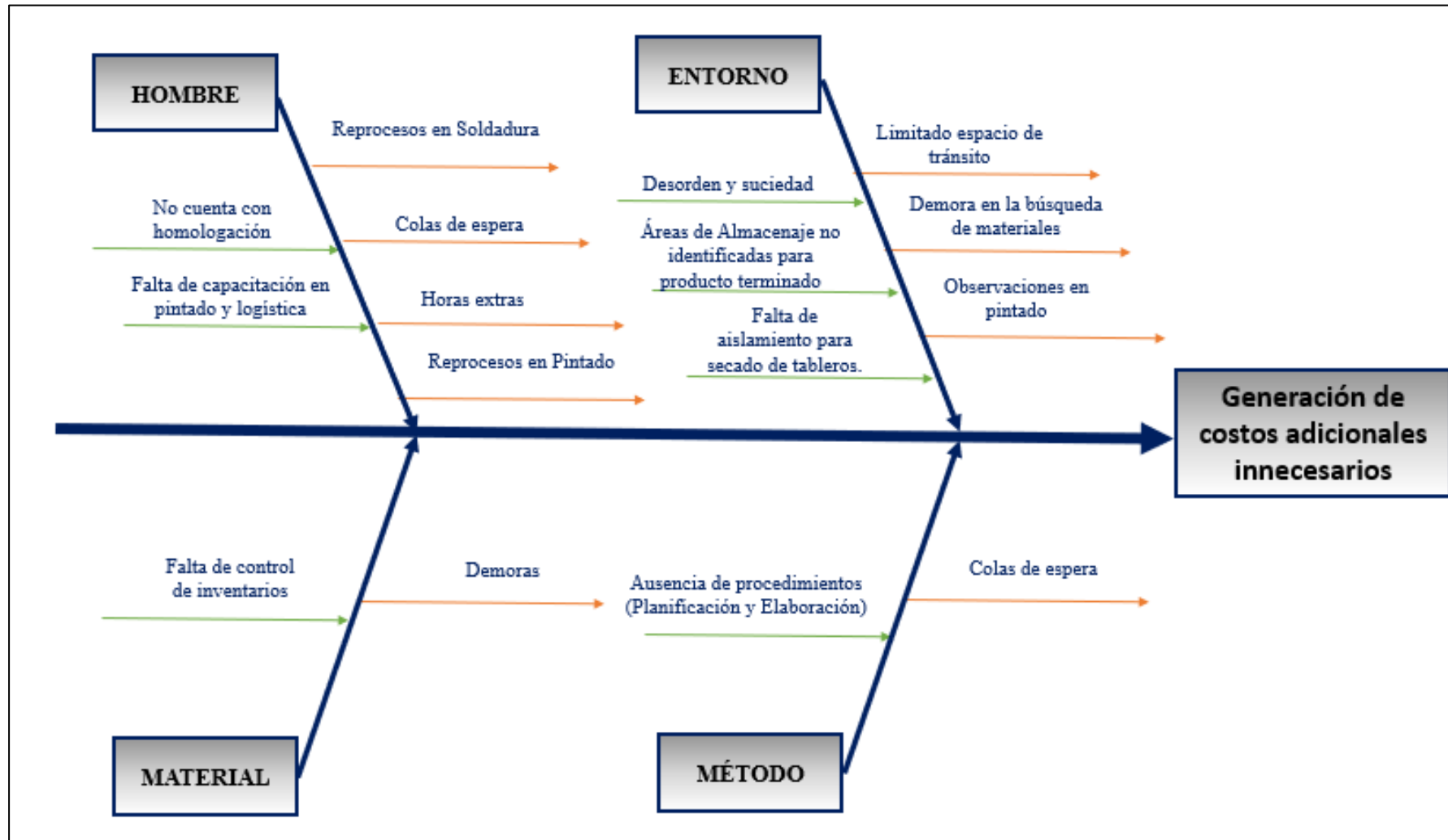
- **Entorno:** En el entorno de la empresa metalmecánica en estudio en la producción de tableros eléctricos en acero negro, se detectaron los siguientes problemas:
 - Desorden y suciedad, esto se puede observar en el almacén, generando un limitado espacio de tránsito, así como tiempos de espera en la búsqueda de materiales. Dentro de la actividad de elaboración, esmerilado y pintado, se encuentran herramientas desordenadas y mezcladas en el lugar de trabajo, obstruyendo el paso.
 - Áreas de almacenaje no identificadas: al momento de almacenar los productos terminados, no cuentan con un lugar adecuado, siendo expuestos.
 - Falta de área de aislamiento: los tableros al esperar para continuar con el horneado, son expuestos a la intemperie y generando en ocasiones observaciones en el pintado del producto.
- **Máquina:** En este punto no se encuentran problemas, ya que la empresa metalmecánica en estudio cuenta con máquinas óptimas para sus labores. Es por ello que se infiere que la empresa ejecuta los mantenimientos preventivos.
- **Hombre:** En la mano de obra de la empresa metalmecánica en estudio, se encuentra los siguientes problemas:
 - No contar con homologación: el soldador, al no contar con una vigente homologación, puede incurrir en reprocesos en su trabajo, esto a su vez genera colas de espera para las actividades que prosiguen a esta,
 - Falta de capacitación en pintado y logística: al no contar con capacitaciones continuas en pintado, el personal encargado incurre en fallas en esta actividad, generando colas

de espera y horas extra por el trabajo extendido. En caso de la asistente de logística, no cuenta con conocimientos de ofimática, lo cual genera que su trabajo se extienda en tiempo, a su vez no realiza un manejo adecuado del inventario y entradas y salidas del material a su cargo.

- **Material:** En cuanto al material, se encuentra el siguiente problema: Falta de control de inventarios: esto se da debido a la falta de limpieza y orden en el almacén, se genera tiempos de espera para la búsqueda del material solicitado, no se tiene un manejo de Kardex para el control de inventarios.
- **Método:** En el método de trabajo la Empresa metalmecánica se presenta la siguiente problemática: Falta de procedimiento: la empresa no cuenta con un procedimiento que contenga el detalle de la descripción de las actividades y su secuencia, del pedido, la cantidad de trabajadores, cantidad de material, días de duración, EPP requerido y maquinaria necesaria, esto genera demoras en el proceso.
- **Medición:** En este punto no se encuentran problemas, ya que la empresa metalmecánica no presenta inconvenientes en su control de calidad, ya que las fallas que presentan durante el proceso son detectadas y enviadas a reprocesos.

A continuación, en la Ilustración 32 se desarrollará el Diagrama de Ishikawa, tomando en base el desarrollo de las 6^ˆM, donde se puede observar que solo se encuentran problemas en Entorno, Hombre, Material y Método, motivo por el cual el diagrama de Ishikawa solo tendrá cuatro divisiones, debido a la ausencia de problemas en los rubros de maquinaria y medición.

Ilustración 32 Diagrama de Ishikawa de la empresa Metalmecánica en estudio



Elaboración: Propia

En la Ilustración 32, se puede analizar y obtener los principales problemas referenciados en cada actividad del proceso, donde se tienen en total 13 causas potenciales en los problemas dentro del Proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos.

Dentro de las causas, hay una de las causas que se repiten diferentes actividades, las cuales son Colas de espera, Falta de Capacitación y Falta de Orden y Limpieza.

4.7.3.3. Matriz de Priorización

- **Ponderación según la empresa**

Para conocer la prioridad de las causas encontradas para los problemas que presenta la empresa, se solicitó al personal operativo, incluyendo al jefe el de producción y a la asistente de Logística, completar el formato mostrado en la Ilustración 33:

Ilustración 33 Formato de prioridad de causas según empresa en estudio

Ordenar del 1 al 7 la importancia que tienen las siguientes causas, según su experiencia. Considerando 1 como la importancia más BAJA y 7 como la de MAYOR importancia.

Causas	
	Falta control de inventarios
	Falta aislamiento para secado de tableros
	Área de almacenaje no identificada de producto terminado
	Falta de Capacitación
	No cuenta con homologación
	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)
	Desorden y suciedad

¡Gracias por su tiempo!

Elaboración: Propia

En la Tabla 50 se muestra los resultados obtenidos:

Tabla 50 Resultados de ponderación de causas según la empresa

Causas	Ponderación total
Falta de Capacitación	38
Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	31
Falta aislamiento para secado de tableros	27
Falta control de inventarios	26
No cuenta con homologación	19
Desorden y suciedad	17
Área de almacenaje no identificada de producto terminado	10

Elaboración: Propia

Como se observa para la empresa, la causa más relevante es la falta de capacitación, ya que como se mostró en las entrevistas aplicadas al personal de Producción, no han recibido ninguna hasta la fecha, no cuentan con un procedimiento con el cual puedan planificarse y guiarse en la secuencia de su trabajo.

Se observa que el orden y la limpieza no son relevantes para los trabajadores, esto es resultado de la falta de cultura que presenta la empresa.

• **Ponderación según estudio**

Para realizar la matriz de priorización, se tomó en cuenta el árbol de problemas, ya que en esta herramienta se observan los problemas raíz que presenta la empresa. y la ponderación total del formato aplicado a la empresa, ya que los trabajadores por la experiencia que tiene en la empresa, pueden distinguir más de cerca la importancia de las causas propuestas en este estudio.

En esta matriz se podrá llegar a comparar la importancia relativa que tiene cada una de las causas identificadas en los anteriores puntos.

Se usará una escala para la ponderación, la cual es la siguiente:

1 = Igualdad en importancia

2= Más importante

3= Significativamente más importante

Tabla 51 Matriz de Priorización de la empresa Metal Mecánica en estudio

N°	REDUCCIÓN DE COSTOS ADICIONALES		A	B	C	D	E	F	G	TOTAL	PORCENTAJE
1	Falta control de inventarios	A		1	3	1/3	1/2	1/2	1/3	5.67	10.83%
2	Falta aislamiento para secado de tableros	B	1		2	1/3	1/2	1/2	1	5.33	10.19%
3	Área de almacenaje no identificada de producto terminado	C	1/3	1/2		2	1/2	1/2	1	4.83	9.24%
4	Falta de Capacitación	D	3	3	1/2		1	1	2	10.50	20.06%
5	No cuenta con homologación	E	2	2	2	1		2	1	10.00	19.11%
6	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	F	2	2	2	1	1/2		1	8.50	16.24%
7	Desorden y suciedad	G	3	1	1	1/2	1	1		7.50	14.33%
			11.33	9.50	10.50	5.17	4.00	5.50	6.33	52.33	100.00%

Elaboración: Propia

Como se puede observar en la Tabla 51, se evaluó la importancia relativa de cada una de las 7 causas identificadas, obteniendo un total igual a 52.33. Se dividió el valor total de cada una de las filas y se dividió entre el total obtenido para poder obtener la ponderación de cada una de ellas en términos porcentuales.

A continuación, se muestra la tabla resumen de las causas con su valor ponderado, en orden de mayor a menor.

Tabla 52 Causa-Priorización

	Causas	Ponderación
D	Falta de Capacitación	20.06%
E	No cuenta con homologación	19.11%
F	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	16.24%
G	Desorden y suciedad	14.33%
A	Falta control de inventarios	10.83%
B	Falta aislamiento para secado de tableros	10.19%
C	Área de almacenaje no identificada de producto terminado	9.24%
		100%

Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 52, la causa con mayor ponderación, 20.06% es la “D”, ya que claramente según los resultados de las entrevistas, los trabajadores no han recibido ningún tipo de capacitación hasta el momento, seguida de la causa “E”, ya que el soldador no cuenta con una homologación. Las causas con menor puntaje ponderado son la “C”, no se cuenta con una adecuada identificación de área de almacenaje para el producto terminado y la alternativa “B” ya que el personal operativo no cuenta actualmente con un lugar para colocar los productos mientras están pasando el proceso de espera y secado.

4.7.3.4. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras y la cual permite identificar las causas más relevantes y que de solucionarse, se tendrá un mayor impacto.

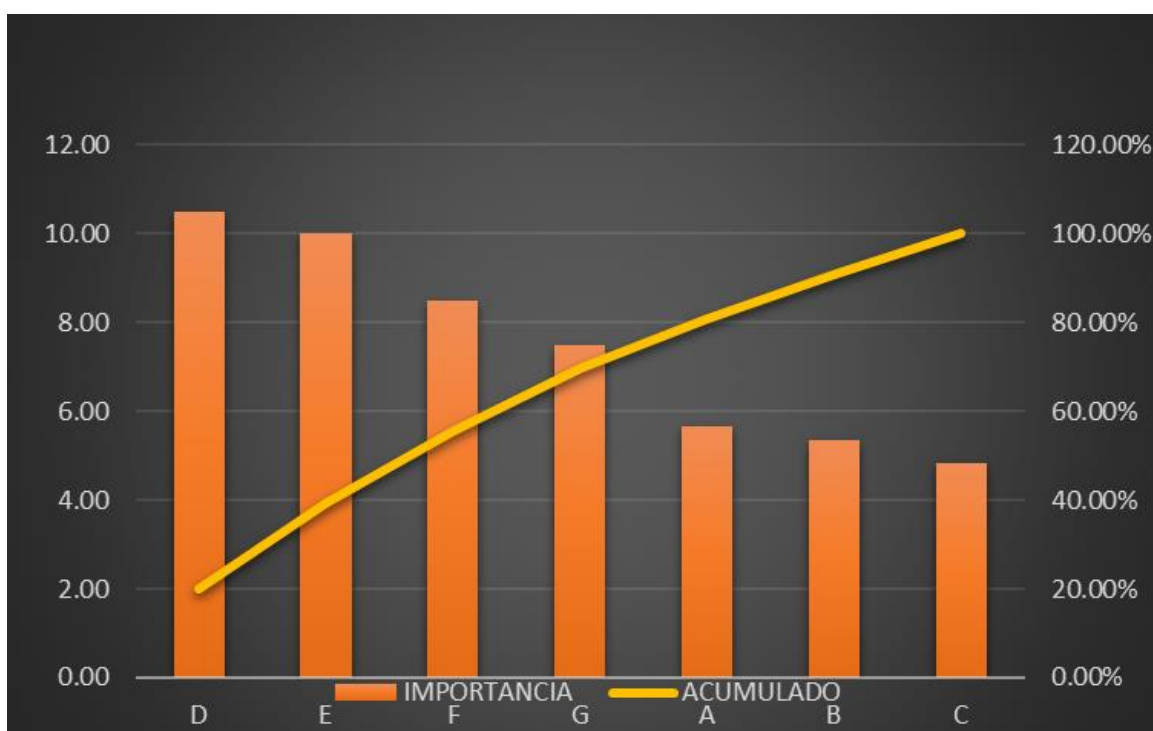
Para la elaboración de este Diagrama se usó como base la Ilustración 31, con las ponderaciones de las causas planteadas en la Ilustración 32.

Tabla 53 Causa-Ponderación acumulada

	Causas	Ponderación acumulada
D	Falta de Capacitación	20.06%
E	No cuenta con homologación	39.17%
F	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	55.41%
G	Desorden y suciedad	69.74%
A	Falta control de inventarios	80.57%
B	Falta aislamiento para secado de tableros	90.76%
C	Área de almacenaje no identificada de producto terminado	100.00%

Elaboración propia

En la Ilustración 34, se presenta el grado de importancia de manera gráfica mediante un gráfico de barras, permitiendo observar las principales causas de los problemas y su importancia en porcentaje (%).

Ilustración 34 Diagrama de Pareto

Elaboración propia

Como se observa en la Ilustración 34, los problemas que se deben atacar son la falta de

capacitación, que va de la mano con la falta de homologación, la ausencia de procedimientos así como el desorden y la suciedad, como se pudo observar en los resultados de las entrevistas, el personal no cuenta con una cultura de orden y limpieza.

Como resultado a nuestro análisis visual y por lo que pudo obtener de la información recopilada en la empresa, la falta de un área de aislamiento para los tableros recién pintados, también ayudaría a disminuir las fallas de pintura que presentan algunos de los productos semi elaborados en la actualidad.

En el área de logística, tal como se menciona en el análisis de problemas, se identifica la carencia de conocimientos de la asistente de logística, por lo cual el manejo de su inventario hoy en día no es el adecuado, así como el orden o identificación de su almacén, al implementar un plan de capacitaciones, se tomaría en cuenta esta área y así se mitigarían las causas A y C.

5. CAPITULO V PROPUESTA DE MEJORA

5.1. OBJETIVO DE LA PROPUESTA

- Reducción de costos.
- Disminuir el tiempo de entrega de tableros eléctricos.
- Disminuir la cantidad de reprocesos y de problemas de soldadura y pintado de los tableros eléctricos en acero negro.
- Mejorar la planificación de la producción para la Fabricación de Tableros Eléctricos

5.2. ANALISIS DE LOS PROBLEMAS – CAUSALES

En la Tabla 54, se explica de forma resumida los problemas puntuales que generan los diferentes causales identificados en el capítulo anterior.

Tabla 54 Problemas y Causales

CAUSAS		PROBLEMAS ENCONTRADOS
D	Falta de Capacitación	Reprocesos en pintado Horas extras de trabajo Colas de espera
E	No cuenta con homologación	Reprocesos en soldadura Horas extras de trabajo Colas de espera
F	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	Colas de espera
G	Desorden y suciedad	Demora en la búsqueda de materiales requeridos Limitado espacio de tránsito
A	Falta control de inventarios	Demoras
B	Falta de aislamiento para secado de tableros	Observaciones en el pintado
C	Área de almacenaje no identificada de producto terminado	Demora en la búsqueda de materiales requeridos

Elaboración propia

Como se observa, las causas en su mayoría están relacionadas a la falta de capacitación y homologación, así como la ausencia de procedimientos.

5.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN PROPUESTA

5.3.1. Análisis de causales

En la Tabla 55, se realiza un análisis de los impactos que tendría el eliminar cada una de las causales, ya que de alguna u otra manera, al ser un proceso con actividades dependientes, si se soluciona el problema en un, entonces el proceso correría con mayor fluidez.

Tabla 55 Análisis de Solución de los causales

CAUSAS		ANALISIS DE SOLUCIÓN
D	Falta de Capacitación	Si se soluciona la causa D, se puede solucionar la causa A, C y E
E	No cuenta con homologación	Es una solución independiente
F	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	Si se soluciona la causa F, se puede solucionar la causa B
G	Desorden y suciedad	Si se soluciona la causa G, se puede solucionar la causa C
A	Falta control de inventarios	Si se soluciona la causa A, se puede solucionar la causa C
B	Falta de aislamiento para secado de tableros	Es una solución independiente
C	Área de almacenaje no identificada de producto terminado	Si se soluciona la causa C, se puede solucionar la causa G
Elaboración propia		

En la Tabla 55 se puede observar que alguna de las causas está relacionada con otras y al solucionarse se mitigan, la causa E y B son independientes dado que la homologación mitigaría el problema de los reprocesos en soldadura y la causa B, las observaciones en pintado.

5.3.2. Alternativas de solución

En la Tabla 22, se plantea diversas soluciones a cada causal, esto con el fin de identificar si todos los causales pueden ser reducidos o eliminados, para poder generar la mejora

esperada del proceso de fabricación de tableros eléctricos.

Tabla 56 Alternativas de solución por causales

	CAUSAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCION
D	Falta de Capacitación	Capacitación al personal Contratar personal capacitado
E	No cuenta con homologación	Capacitación al soldador Contratar nuevo personal homologado
F	Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	Desarrollo de un procedimiento de planificación y elaboración Implementación de Poka Yoke
G	Desorden y suciedad	Aplicación de metodología 5'S Contratar personal de limpieza para el taller
A	Falta control de inventarios	Implementar uso de Kardex Comprar un software Logístico
B	Falta de aislamiento para secado de tableros	Implementación de área de aislamiento Compra de Horno Ampliar las instalaciones
C	Área de almacenaje no identificada de producto terminado	Aplicación de metodología 5'S Contar con un almacén solo de productos terminados
Elaboración propia		

Luego de haber dado las propuestas por cada causal, se tienen una o dos opciones por cada una, con el fin de poder elegir la más factible para la metalmecánica en estudio.

5.3.3. Selección de la mejor alternativa

En la Tabla 57 se presenta la alternativa o alternativas de solución elegidas para implementar la mejora en el proceso de fabricación.

Tabla 57 Selección de Alternativas de solución por causales

CAUSAS	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS
Falta de Capacitación	Capacitación al personal
No cuenta con homologación	Capacitación al soldador
Ausencia de procedimientos (Planificación y elaboración)	Desarrollo de un procedimiento de planificación y elaboración Implementación de Poka Yoke
Desorden y suciedad	Aplicación de metodología 5'S
Falta control de inventarios	Implementar uso de Kardex
Falta de aislamiento para secado de tableros	Implementación de área de aislamiento
Área de almacenaje no identificada de producto terminado	Aplicación de metodología 5'S
Elaboración propia	

Se eligieron las propuestas más factibles tanto temporal como económicamente para la empresa, de este modo se busca reducir los costos del proceso y mejorar los tiempos de producción para cumplir con los plazos de entrega del producto final.

En el caso de la asistente de logística, se puede recomendar también, contratar personal nuevo capacitado, que si bien es cierto no contará con la experiencia de la actual colaborado que ocupa el puesto, podrá ir adquiriendo los conocimientos y tomando la experiencia mientras trabaja de la mano con la Asistente de Logística, de este modo en un plazo conveniente, se puede optar con este reemplazo.

Para el control de inventarios, se eligió el uso del formato KARDEX, debido a que el Software de Logística tiene un costo elevado que oscila entre 590 y 800 soles como se observa en el Apéndice 1, también se considera que este Software estaría sobre calificado ya que la empresa es estudio es una microempresa.

5.3.4. Análisis de la propuesta seleccionada

De todas las propuestas anteriormente señaladas, el paso siguiente fue determinar las más factible tanto económica como operativamente para los objetivos de nuestra propuesta.

Ante la falta de capacitación, se propone un plan de capacitaciones, dado que contratar más personal implicaría elevar los costos de mano de obra directa. Además, se implementará dos procedimientos, uno de planificación y otro de elaboración de tableros eléctricos con la finalidad de tener las responsabilidades claras de los trabajadores en el proceso. Así mismo la implementación de Poka-Yoke busca controlar los materiales utilizados en una orden de pedido, el cual ayudará también al Asistente de Logística.

Para el problema que tiene que ver con Logística, se eligió capacitar al personal, si bien no cumple con el perfil de puesto, ya cuenta con experiencia en la empresa y conoce el manejo del proceso. Un nuevo personal implicaría empezar de 0, así mismo se implementará un formato Kardex para mejorar el control de la materia prima y materiales permanentes. Para el desorden y suciedad del almacén y el taller, se eligió implementar la herramienta 5's con la finalidad de concientizar una cultura de orden y limpieza en los trabajadores.

Finalmente, con respecto a la maquinaria, la empresa no está en condiciones de incrementar sus costos adquiriendo maquinaria adicional. Por tanto, se seleccionó las propuestas de habilitar un espacio donde se pueda almacenar las piezas pintadas sin que estas se contaminen mientras el horno está ocupado, y mejorar la planificación de las tareas con las capacitaciones, evitando reprocesos y mejorando el uso eficiente de la maquinaria.

5.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el punto se desarrollarán cada una de las propuestas del punto 6.3.4 con la finalidad de comprender en consiste cada una de ellas.

5.4.1. Plan de Capacitación

La finalidad de crear un plan de capacitaciones es mantener al personal de la empresa metalmecánica se encuentre en constante aprendizaje y siendo entrenado para que sea competente para elevar su desempeño en el puesto actual y asumir oportunamente

mayores responsabilidades compatibles con su capacidad preparación y facultades.

Analizado la Tabla del punto 6.3.3, en las tres primeras causales, las alternativas de solución coinciden en la capacitación del personal, esto con el fin mantener el almacén ordenado y limpio con los materiales necesarios en él y planificar los pedidos y la producción de manera apropiada.

5.4.1.1. Cantidad de personas a Capacitar

En la metalmecánica en estudio se cuentan con 04 personas que trabajan en el área operativa, por lo que se capacitara en temas de Acabado de Pintura a los 2 trabajadores y se homologara al soldador.

En el área de logística solo se cuenta con una persona encargada, por lo cual, esta persona debe ser reforzada en temas de logística y abastecimiento.

5.4.1.2. Selección de los temas de Capacitación:

Se tomará en consideración la capacitación tanto al área de producción como al área logística, entonces los temas en los cuales se deben basar las capacitaciones son:

- Acabado de pintura Electrostática
- Homologación de soldador
- Administración Logística, dentro de los cuales se toma los temas de la Cadena de Suministros, Abastecimiento, Proveedores y distribución física.
- Microsoft Excel

5.4.1.3. Cantidad de horas de Capacitación

Para poder cumplir con la capacitación propuesta se necesitan 24 horas de capacitación para el personal de logística, ya que hay cursos dictados por instituciones que albergan los temas propuestos y tienen una duración aproximada de 24 horas, divididas en sesiones.

Para el puesto de logística también se incluye un curso de Excel, básico, intermedio y avanzado, el cual tiene una duración de 03 meses, 01 mes por fase.

Para cumplir con la capacitación del personal de producción, se necesitan 12 horas,

divididas en tres días de capacitación, donde se capacitan a dos trabajadores por sesión, para no discontinuar las labores diarias de la empresa, en cuanto al acabado de pintura asistirán los 02 operarios correspondientes.

En la Tabla 58 se detallan las horas por curso.

Tabla 58 Horas de Capacitación propuestas

Área	Tema de Capacitación	Cantidad de Sesiones	Horas por Sesión	Horas
LOGÍSTICA	Administración Logística	6	4	24
	Excel	60	1.5	90
PRODUCCION	Acabado de pintura Electrostática	2	4	8
	Homologación	5	4	20
Total				142

Elaborado en base a Pagina Web Instituto del Sur e Infounsa

En total se necesitan 142 horas de capacitación para el personal.

5.4.1.4. Cronograma de Capacitación

En la *Tabla 59*, se presenta el cronograma de capacitaciones, las cuales se realizarán a lo largo de 6 meses para el personal de Logística y de 2 mes para el personal de Producción

Tabla 59 Cronograma de Capacitaciones

Tema de Capacitación		Logística	Producción
Mes 2	Semana 01	Viernes	SESSION 01 Acabado de Pintura Electrostática
		Sábado	SESSION 01 Logística: Presentación, definiciones y objetivos de la Logística
	Semana 02	Viernes	SESSION 02 Acabado de Pintura Electrostática
		Sábado	SESSION 02 La cadena de suministros
	Semana 03	Sábado	SESSION 03 Función de abastecimiento
	Semana 04	Sábado	SESSION 04 Proveedores, evolución de las compras
Mes 3	Semana 05	Sábado	SESSION 05 Función de inventarios Homologación del soldador
	Semana 06	Sábado	SESSION 06 Distribución física y costos logísticos
	Semana 07		

	Semana 08		
Mes 4	Semana 09	Lunes a viernes	SESION 01 al 05 Entorno del Microsoft Excel. Tipos de datos y formas de ingreso de los mismos. Operadores para crear fórmulas. Referencias de celdas
	Semana 10	Lunes a viernes	SESION 06 al 10 Funciones matemáticas. Funciones de conteos y sumas condicionales. Funciones fecha.
	Semana 11	Lunes a viernes	SESION 11 al 15 Funciones condicionales y lógicas. Funciones de búsqueda y referencia. Formatos de número y fecha
	Semana 12	Lunes a viernes	SESION 16 al 20 Opciones de alineación. Gráficos estadísticos. Opciones de diseño de página e impresión
Mes 5	Semana 09	Lunes a viernes	SESION 01 al 05 Ordenar datos. Filtros básicos y avanzados. Formatos condicionales
	Semana 10	Lunes a viernes	SESION 06 al 10 Validación de datos. Subtotales. Consolidar

	Semana 11	Lunes a viernes	SESION 11 al 15 Tablas y gráficos dinámicos. Funciones de base de datos. Funciones matriciales
	Semana 12	Lunes a viernes	SESION 16 al 20 Buscar Objetivo. Solver. Escenarios
Mes 6	Semana 09	Lunes a viernes	SESION 01 al 05 Introducción al entorno de VBA y crear funciones personalizadas o definidas por el usuario. Uso de controles de formulario.
	Semana 10	Lunes a viernes	SESION 06 al 10 Automatizar procesos de Excel con controles de formularios.
	Semana 11	Lunes a viernes	SESION 11 al 15 Automatizando procesos grabando macros.
	Semana 12	Lunes a viernes	SESION 16 al 20 Crear Formulario en VBA
Mes 7	Semana 13	Viernes	SESION 01 Acabado de Pintura Electrostática
	Semana 14	Viernes	SESION 02 Acabado de Pintura Electrostática

Elaborado en base a Pagina Web Instituto del Sur e Infounsa.

Como se muestra en el cronograma propuesto, se realizará la capacitación en 15 semanas, en las cuales se reunirán las horas estipuladas en el punto 6.4.1.3

5.4.1.5. Costo aproximado de Capacitación

Aquí se muestra el costo aproximado que tendría que asumir la empresa para cumplir con el cronograma anteriormente propuesto.

Los temas a capacitar se resumen en la Tabla 60 de la siguiente manera:

Tabla 60 Resumen de temas de Capacitación

Área	Tema de Capacitación	
LOGÍSTICA	Curso de Administración Logística (INSTITUTO DEL SUR)	
	Curso de Excel, 03 Niveles (INFOUNSA)	
PRODUCCION	Pintura Electrostática	Soldado

Elaborado en base a Pagina Web Instituto del Sur e Infounsa

Como se observa en la Tabla 60, el curso para logística, se contempla tomarlo en el Instituto del Sur con un costo de S/470.00. Las 03 fases de Excel se llevarán a cabo en el INFOUNSA, con un costo total de S/275.00. El curso de la Pintura Electrostática es otorgado gratuitamente por el proveedor de pinturas, lo cual no ha sido tomado ya que no se tuvo la visión necesaria ni la gestión para coordinar las fechas y asegurar la participación de los trabajadores. En caso de los accesorios y ensamble, según lo conversado con el gerente de la empresa, amigos que tienen conocimiento en el tema y tratándose de pocas personas, se tendría que pagar el monto de S/.500.00 por las 04 horas de capacitación.

Según lo descrito se tendrían los costos mostrados en la Tabla 61

Tabla 61 Costos aproximados de Capacitación

Tema de Capacitación	Costos	Costos Totales
LOGÍSTICA	S/ 275	S/ 660.00
PRODUCCION	S/ 385	
	Gratuito S/ 1400	S/ 1400.00
Costos Totales		S/ 2060.00

Elaborado en base a Pagina Web Instituto del Sur e Infounsa

Como se observa se tendría un costo de S/.2060.00 para cumplir con las capacitaciones programadas, no es un costo muy elevado, por lo cual no se tendría problemas en asumir, el encargado de hacer seguimiento a que las capacitaciones se cumplen, sería la Administradora.

5.4.2. Procedimientos Propuestos

Actualmente la empresa no cuenta con procedimientos para llevar un control de todos los materiales utilizados y con gran precisión con un procedimiento donde se detalle la planificación del trabajo ni el proceso de fabricación paso a paso. Con la finalidad de mejorar la planificación y fabricación de tableros eléctricos se crearon dos procedimientos que contienen información detallada, ordenada, sistemática e integral con todas las instrucciones, responsabilidades y funciones.

5.4.2.1. Procedimiento de Planificación del Trabajo

En el Anexo 2 se adjunta el procedimiento PRO-OPE-001 el cual está orientado al Jefe de Producción, desde que recibe la orden de pedido hasta que se da a conocer la aprobación de la planificación a los involucrados.

Como registros se tienen:

- FOR-OPE-001 Planificación del Trabajo

Contiene el detalle de la descripción del pedido, la cantidad de trabajadores, cantidad de material, días de duración, EPP requerido y maquinaria necesaria como se muestra en la Ilustración 35.

Ilustración 35 Formato propuesto de planificación del trabajo

		PLANIFICACION DEL TRABAJO		Código: FOR-OPE-001 Versión: 00 Fecha: XXXYYZZZZ Página: Pág 1 de 1
TIPO DE TRABAJO <input type="checkbox"/> SERVICIO <input type="checkbox"/> FABRICACION N° ORDEN DE PEDIDO _____				
RESPONSABLE DE PLANIFICACIÓN: _____				
FECHA DE EMISION: _____		FECHA DE INICIO: _____		FECHA DE ENTREGA: _____
LUGAR DE EJECUCION/ENTREGA: _____				
TRABAJO A REALIZAR / ESPECIFICACIONES				
N°	CANTIDAD	UNIDAD		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
MATERIALES REQUERIDOS				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
1				
2				
3				
4				
5				
EPP REQUERIDO				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
1				
2				
3				
4				
5				
EQUIPOS, MAQUINARIA, VEHICULOS REQUERIDOS				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
1				
2				
3				
4				
5				
PERSONAL REQUERIDO				
PERFIL REQUERIDO		CANTIDAD	N° DE DIAS REQUERIDOS	N° HORAS POR DIA
DOCUMENTACION A REALIZAR				
N°	DESCRIPCION	RESPONSABLE	FECHA	
1				
2				
3				
OTROS				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	
1				
2				
3				
V°B° Elaborado por: _____ Fecha: _____ Hora: _____		V°B° Aprobado por: _____ Fecha: _____ Hora: _____		

Elaboración propia

Como se observa, este formato permitirá conocer el personal necesario para ejecutar el

pedido y si es necesario contratar personal intermitente. De ser así, deberá comunicarlo a la Administradora para selección de este personal.

Este procedimiento ayudará no sólo al área Operativa sino al área con los que coordina, como es el área de Logística y Ventas. Al tener más claro la cantidad de material necesario, ayudará a Logística a contar con mejor manejo de pedido de los materiales.

5.4.2.2. Procedimiento del proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos

En el Anexo 3 se adjunta el procedimiento PRO-OPE-002, el cual está orientado al Jefe de Producción y personal operativo, desde que recibe la orden de fabricación hasta la entrega del producto terminado.

Como registros se tienen:

- FOR-OPE-002 Hoja de Trazabilidad

Contiene información sobre la fecha de inicio y fin de cada actividad incluyendo la inspección final como se muestra en la Ilustración 36.

Ilustración 36 Formato de Hoja de trazabilidad propuesto

		HOJA DE TRAZABILIDAD				Código: FOR-OPE-002			
						Versión: 00			
						Fecha: XX/YY/ZZZZ			
						Página: Pág 1 de 1			
N.O.C.	_____	CLIENTE _____							
FECHA	_____								
PRODUCTO	_____								
CANTIDAD	_____								
PROCESO	RESPONSABLE	INICIO		FIN		FIRMA	CONFORMIDAD		OBSERVACIONES
		FECHA	HORA	FECHA	HORA		MEDIDAS	ANGULOS	
DISEÑO									
CORTE									
TROQUELADO									
PLEGADO									
ARMADO									
SOLDADURA									
ESMERILADO									
ATAQUE CON ACIDO									
ACABADO									
LAVADO									
SECADO									
PINTADO									
CURADO									
EMSAMBLADO Y COLOCACION DE ACCESORIOS									
INSPECCIÓN									
EMBALADO									
ETIQUETADO									
ALMACENADO									
OBSERVACIONES: _____									

Elaboración propia

Como se observa este formato permite la trazabilidad del proceso de fabricación de los tableros eléctricos.

- FOR-OPE-003 Reporte de Calidad

La empresa ya contaba con un formato de inspección del producto terminado, este se estandarizó como se muestra en la Ilustración 37 y se incluyó en el procedimiento propuesto.

Ilustración 37 Formato de reporte de calidad de la empresa metalmecánica

		REPORTE DE CALIDAD				Código:	FOR-OPE-003	
						Versión:	00	
						Fecha:	XX/YY/ZZZZ	
						Página:	Pág 1 de 1	
N O.C. _____ CLIENTE _____ FECHA _____ PRODUCTO _____ CANTIDAD _____								
N MUESTRA	ALTURA (mm)	ANCHO (mm)	FONDO (mm)	MEDIA GROSOR PINTURA	MEDIDA ANGULOS	ACABADO	NOMBRE	FIRMA
OBSERVACIONES: _____								

Elaborado en base al Área Producción de empresa metalmecánica en estudio

Como se observa este formato cuenta con un código y versión relacionada al procedimiento.

- FOR-OPE-004 Certificado de Garantía

La empresa ya contaba con un formato de inspección del producto terminado, este se estandarizó como se muestra en la Ilustración 38 y se incluyó en el procedimiento propuesto.

Ilustración 38 Modelo de certificado de Garantía de la empresa metalmecánica

	CERTIFICADO DE GARANTÍA	Código:	FOR-OPE-003
		Versión:	00
		Fecha:	XX/YY/ZZZZ
		Página:	Pág 1 de 1

N DE CARTA DE GARANTÍA	:	<input type="text"/>
FECHA DE VIGENCIA	:	<input type="text"/>
CLIENTE	:	<input type="text"/>
RUC	:	<input type="text"/>
ORDEN DE COMPRA	:	<input type="text"/>
N FACTURA / N GUÍA	:	<input type="text"/>
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Aprobado por: Gerente General de la empresa

Elaborado en base al Área Producción de empresa metalmecánica en estudio

Como se observa este formato cuenta con un código y versión relacionada al procedimiento.

- FOR-OPE-005 Formato de control de trabajo

Este formato se servirá para llevar un control de todos los materiales utilizados y con gran precisión como se mostró en la Ilustración 39.

El jefe de producción será el encargado de preparar una presentación, que servirá para la capacitación al personal operativo mediante el proyector con el que cuenta la empresa. Finalizando la difusión se realizará una evaluación para medir la comprensión del procedimiento. Si el trabajador no aprueba la evaluación, el jefe volverá a explicarle los

puntos que no llego a comprender y volverá a pasar otra evaluación. Una vez el trabajador haya entendido el procedimiento se le hará entrega del procedimiento impreso para que pueda consultarlo cuando lo requiera.

Como se observa este procedimiento ayudará a los técnicos a tener un mejor control de sus actividades y al Jefe de Producción poder verificar que cada proceso se esté ejecutando correctamente.

Con la finalidad de verificar que el procedimiento se esté ejecutando correctamente en campo, se propone realizar auditorías cada 3 meses una vez implementado, las observaciones serán comunicadas al Gerente General para tomar acciones correctoras y correctivas.

5.4.3. Implementación de Poka- Yoke

Para efectos del presente estudio, durante la propuesta de implementación del programa 5's se propone utilizar el Poka Yoke para facilitar el manejo de materiales y/o insumos y disminuir los reprocesos.

5.4.3.1. Control de utilización de materiales

La idea es lograr un sistema capaz de reducir los desperdicios a cero, creando filtros que detecten el desperdicio a tiempo, y lo logren eliminar completamente.

Ilustración 39 Formato de control de trabajo

	CONTROL DE TRABAJO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Código:</td> <td style="padding: 2px;">FOR-OPE-002</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Versión:</td> <td style="padding: 2px;">00</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fecha:</td> <td style="padding: 2px;">XX/YY/ZZZZ</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Página:</td> <td style="padding: 2px;">Pág 1 de 1</td> </tr> </table>	Código:	FOR-OPE-002	Versión:	00	Fecha:	XX/YY/ZZZZ	Página:	Pág 1 de 1
Código:	FOR-OPE-002									
Versión:	00									
Fecha:	XX/YY/ZZZZ									
Página:	Pág 1 de 1									
<div style="text-align: right;">N° ORDEN DE PEDIDO </div>										
RESPONSABLE DE VERIFICACION: 										
MATERIALES UTILIZADO										
N°	DESCRIPCION	UNIDAD								
1	Plancha metálica									
2	Pintura									
3	Bisagras									
4	Manija:									
5	Accesorios:	*								
6		*								
7		*								
8		*								
OBSERVACIONES										
Firma del Jefe de Produccion _____ Fecha: _____ Hora: _____		Firma del Asistente de Logistica _____ Fecha: _____ Hora: _____								

Elaboración propia

A partir del formato mostrado en la Ilustración 39, podemos afirmar que con el uso del mismo es posible llevar un control de todos los materiales utilizados y con gran precisión.

Con la finalidad de aplicar una mejora continua, se revisarán trimestralmente otras actividades donde se pueda implementar esta herramienta, de verificar que existe la necesidad de su implementación, el Jefe de Producción realizará los formatos correspondientes y actualizará los procedimientos si así lo requiere.

5.4.4. Implementación de 5'S

Se desarrollará la implementación de las 5'S, para el logro de los siguientes objetivos.

- Reducción de los tiempos de respuesta ante situaciones como la búsqueda de materiales, accesorios e insumos para la producción de los tableros.
- Generar orden, limpieza, seguimiento y control de las áreas que intervienen en la

producción de tableros eléctricos.

- Lograr una adecuada distribución de las áreas de la empresa metalmecánica en estudio.
- Obtener mejoras en el tiempo de ciclo del proceso de producción de tableros eléctricos.
- Reducción de costos en posibles pérdidas de calidad en el producto

5.4.4.1. Alcance

La metodología de las 5's se fomenta en toda la empresa metalmecánica y se desarrollará en detalle en el almacén y área de fabricación.

5.4.4.2. Roles y responsabilidades

Como primer paso para la ejecución de la propuesta de mejora, se definen algunas las responsabilidades de las personas involucradas, como referencia, dichas personas serán las encargadas de desarrollar la metodología de las 5's en el almacén y área de producción.

- **Gerente General:**

Al ser el máximo representante de la empresa, cumplirá la función principal de iniciar la comunicación acerca de la propuesta de implementación de las 5's, para evaluar el nivel de comunicación y conocer si se dispone de los recursos necesario; al Jefe de Producción y la Administradora, ambos serán los encargados de difundir lo acordado al personal a su cargo

- **Jefe de Producción**

La comunicación desarrollada será compartida con los técnicos mecánicos y soldador.

- **Administradora**

Será la encargada de comunicar a la Asistente de Logística y Asesora de Ventas sobre lo acordado con el Gerente General.

Así mismo, será responsable de recolectar en físico el proceso de implementación de las 5'S, en base a fotografías, las cuales serán plasmadas en un file junto con un informe; en coordinación con el Jefe de Producción y la asistente Logística.

5.4.4.3. Fase de Inicio de Implementación

Para lograr implementar la propuesta de la metodología de las 5's, es necesario desarrollar los siguientes pasos descritos a continuación:

- **Realizar una charla informativa**

En la charla informativa se definirán conceptos básicos del proceso de implementación de las 5's. La administradora brindará el apoyo para la programación del día, la ambientación de la sala de reunión, entre otros, el objetivo primordial es compartir la información desde el Gerente General hasta los operadores.

- **Desarrollar un análisis situacional interno**

Se desarrollará un análisis situacional interno del almacén y área de producción, producto de una observación por parte de la Asistente de Logística y el Jefe de Producción, quienes son los que interactúan con estas áreas de trabajo.

- **Recolectar de evidencia fotográfica**

Se necesita recolectar en forma física evidencia fotográfica de los cambios a realizar en diversas áreas, el encargado de armar dicho file en físico es la Administradora, en dicho file se elaborará informes y se registrará los avances realizados.

5.4.4.4. Secuencia de la implementación de las 5's

Se detalla las etapas de la implementación de las 5's en el almacén y el área de producción.

- **SEIRI - Clasificación**

Como primer paso se debe clasificar, separar lo que es útil de lo que no lo es, en este paso se identifica que elementos son realmente necesarios en el área de trabajo, llámese elemento a herramientas, equipos, accesorios, materiales, material desechado, entre otros, todos estos elementos en un área de trabajo desordenado causan demoras, tiempos muertos, en consecuencia, baja productividad.

Esta filosofía de las 5's se puede adaptar a todas las áreas de la empresa metalmecánica, sin embargo, se evocará a realizar el análisis en el almacén y en el área de producción. El jefe de Producción será el encargado de distribuir a los operadores para la clasificación en las dos áreas de trabajo en coordinación con la Asistente de Logística, se pactará un número de días para la entrega de dicha lista de elementos clasificados. Se considera que

para iniciar este paso se deben de tener en cuenta dos actividades importantes, como son la capacitación y el juicio crítico necesario para la identificación de objetos innecesarios.

– **Capacitación**

Una vez que el jefe de Producción y la Administradora hayan recibido sus capacitaciones, ellos son los responsables de capacitar a personal a su cargo, dentro de la capacitación se debe mencionar las ventajas, beneficios de la implementación, y la secuencia de pasos a seguir.

– **Identificación de los objetos innecesarios**

Una vez que todo el personal haya recibido su capacitación, comienzan con la clasificación de elementos como máquinas, materiales, accesorios, otros, para lograr una clasificación más efectiva se podría emplear los criterios de selección que se muestran en la Tabla 62.

Tabla 62 Criterios de selección de elementos innecesarios

Descripción	Destino		
	Descartar	Reubicar	Archivar
Elementos descompuestos o dañados	X		
Elementos obsoletos o caducos	X		
Elementos peligrosos	X	X	
Todos los elementos que no se utilicen en el área de trabajo	X	X	
Documentos con mucho tiempo en área de trabajo sin usar.	X		X

Elaboración propia

Se propone crear un formato, el cual ayude a tomar mejores decisiones respecto a la clasificación de elementos la cual se muestra en la Ilustración 40.

Ilustración 40 Formato de clasificación de elementos

CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS									
Nº ITEM	AREA:			ELABORADO POR:					
	FECHA DE IDENTIFICACION	NOMBRE DEL ELEMENTO	CANT.	DISPOSICION				NUEVA UBICACIÓN	FECHA DE REUBICACIÓN
				D	R	A	M		
01									
02									
03									
04									
...									

	DESCARTAR
	REUBICAR
	ARCHIVAR
	MANTENER

Elaboración propia

En la Ilustración 40 se observa que el formato cuenta con nombre del elemento a clasificar, la fecha en la que se realizará la clasificación, cuatro opciones: descartar, reubicar, archivar y mantener, en el caso que se reubique se debe indicar la nueva ubicación y se debe llenar la fecha en la cual ha sido reubicado.

– **Llenado de tarjetas**

Cuando el Jefe de Producción y la Asistente de Logística terminen de llenar el formato de la Ilustración 40 con todos los elementos clasificados, serán identificados con tarjetas para su mejor ubicación como se muestran en la Ilustración 41.

Ilustración 41 Tarjeta de identificación

TARJETA DE IDENTIFICACIÓN									
Nº TARJETA:	_____								
FECHA:	_____								
ÁREA:	_____								
NOMBRE DEL ELEMENTO:	_____								
CANTIDAD:	_____								
DISPOSICIÓN:	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Descartar</td> <td><div></div></td> </tr> <tr> <td>Reubicar</td> <td><div></div></td> </tr> <tr> <td>Archivar</td> <td><div></div></td> </tr> <tr> <td>Mantener</td> <td><div></div></td> </tr> </tbody> </table>	Descartar	<div></div>	Reubicar	<div></div>	Archivar	<div></div>	Mantener	<div></div>
Descartar	<div></div>								
Reubicar	<div></div>								
Archivar	<div></div>								
Mantener	<div></div>								
COMENTARIOS:	_____								
FECHA DE REUBICACIÓN:	_____								
NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE:	_____								

Elaboración propia

En la Ilustración 41 se detalla la tarjeta creada, la cual será elaborada e impresa por la Administradora. Esta tarjeta contiene información como: el número de tarjeta, la fecha, el área, el nombre del elemento, la disposición final, la fecha de ejecución y la firma del responsable de la tarjeta de identificación.

- **SEITON - Orden**

En el segundo paso, una vez que los elementos se encuentren clasificados generarán espacio disponible, por tal motivo se realizará una nueva distribución del área de trabajo en el almacén y el área de producción, se distribuirá de la mejor manera todos aquellos elementos que se mantendrán en la zona, para lo cual se debe realizar las siguientes actividades:

- **Capacitación**

El Jefe de Producción es el encargado de realizar la capacitación a los operarios explicándoles la importancia de clasificar sus elementos para disfrutar de un área de trabajo limpia y ordenada.

- **Organizar elementos**

Se empieza a consolidar la nueva distribución del almacén con los elementos a mantener, esta distribución en primera instancia puede ser realizada por los operarios bajo supervisión y aprobación del Jefe de Producción o Asistente de Logística.

- **Rotulación**

Cuando haya sido aprobada la distribución, se procede hacer una campaña de gestión visual, es decir rotular todos los espacios posibles, pegar carteles, pintar lugares establecidos, entre otros con la finalidad de mejorar la producción, reduciendo tiempos muertos y distancias innecesarias de los operarios en sus labores diarias.

Así mismo, se tendrá que rotular uno de los anaqueles, para que los técnicos puedan almacenar sus maletas de herramientas, debidamente cerradas con candado, así también cada maleta deberá tener el nombre del operativo que haga uso de ella.

- **Control e informe final**

La Administradora es la encargada de guardar toda la evidencia fotográfica del proceso de implementación de las 5'S, las fotografías serán archivadas digitalmente junto con el informe, donde mencionan beneficios y porcentaje de avance ejecutado.

- **SEISO - Limpieza**

La filosofía va más allá de limpiar, es decir, que no solo se debe realizar la limpieza del área de trabajo, sino que cada persona se haga responsable de la limpieza de su puesto de

trabajo. Por tal motivo como primer paso se llevará a cabo el día de la limpieza el cual al ser un día único se realizará la limpieza profunda de la empresa, en especial de las áreas mencionadas, para lograr que sea un hábito repetitivo se elaborará un cronograma de limpieza, el cual será visible en la puerta del trabajo de las áreas mencionadas de la empresa metalmecánica.

– **Formación de grupos de trabajo**

El Jefe de Producción es el responsable de distribuir al personal que hará la limpieza cada día de trabajo. En el caso de la Asistente de Logística, será ella misma quien se haga cargo de la limpieza del almacén. Se realizará una inspección antes de ingresar al área de trabajo y al finalizar el turno de trabajo, todo será bajo el cronograma de limpieza.

– **Elaborar el “Cronograma de Limpieza”**

El cronograma de limpieza será visible en el ingreso de las oficinas administrativas de Producción y en la puerta del almacén.

En la Ilustración 42 se muestra el cronograma de limpieza propuesto:

Ilustración 42 Cronograma de limpieza

Área	Encargado de Limpieza	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Área de Producción	Jefe de Producción	X				
	Mecánico 1		X			
	Mecánico 2			X		
	Soldador				X	
	Apoyo					X
Almacén	Asistente de Logística	X		X		X

Elaboración propia

Como se observa en Ilustración 42, en el cronograma se ha incluido a todo el personal de producción, incluyendo al Jefe de producción, para fomentar a la vez el trabajo en equipo.

– **Control e informe final**

Se prepara un informe final, donde se registra e informa los acontecimientos realizados en la empresa metalmecánica, en donde figurará los pasos a realizar, descripción de los beneficios otorgados a los trabajadores, el informe, se toman fotografías como evidencia

de la implementación de 5'S.

- **SEIKETSU - Estandarización**

La estandarización se radica en el orden contemplado y aprobado tanto por logística como por el jefe de producción, lo cual debe ser difundido a todo el personal para que respete los lugares de ubicación de cada material, esto con el fin de que de alguna manera se establezca un procedimiento o estándar de orden y limpieza.

Es la cuarta etapa de las 5'S se pretende mantener la limpieza y organización de las áreas con el uso de las primeras 3S's.

- Se utilizarán las fotografías de cómo se encuentran las condiciones actuales y cómo deben ser las condiciones óptimas en las cuales debe permanecer el área de trabajo.
- Se diseña manual del procedimiento de trabajo para mantener orden y limpieza que se puede observar en el *Anexo 1*.

- **SHITSUK: Disciplina**

Esta última etapa evita que se rompan los acuerdos tomados con una autodisciplina y con el cumplimiento de normas, para ello es de vital importancia el apoyo y compromiso de la Gerencia General, la Administradora y el Jefe de Producción para fomentar las charlas y promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor

5.4.5. Formato Kardex

Al observar el actual funcionamiento y control de inventarios de la empresa se observan un número considerable de fallas. Por tanto se propone en la Ilustración 43 una tarjeta Kardex en donde se especifica, la fecha de ingreso de la materia prima, la cantidad, el precio unitario y el precio total.

***Ilustración 43* Formato de Kardex propuesto**

REGISTRO DE INVENTARIO PERMANENTE VALORIZADO - DETALLE DEL INVENTARIO VALORIZADO													
DESCRIPCIÓN:													
TIPO (TABLA A):													
CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MEDIDA (TABLA B):													
DOCUMENTO DE TRASLADO, COMPROBANTE DE PAGO, DOCUMENTO INTERNO O SIMILAR				TIPO DE OPERACIÓN (TABLA D)	ENTRADAS			SALIDAS			SALDO FINAL		
FECHA	TIPO (TABLA C)	SERIE	NÚMERO		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-
							-		-	-		-	-

NOMBRE MATERIAL 1
 NOMBRE MATERIAL 2
 TA TB TC TD
 (+)
 <>

Elaboración propia

Ilustración 44 Códigos de Formato Kardex propuestos**TABLA A: TIPO DE EXISTENCIA**

N°	DESCRIPCIÓN
01	MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES - MATERIALES
02	ACCESORIOS
03	SUMINISTROS DIVERSOS
04	PRODUCTO TERMINADO
05	ENVASES Y EMBALAJES
99	OTROS (ESPECIFICAR)

TABLA B: CÓDIGO DE LA UNIDAD DE MEDIDA

N°	DESCRIPCIÓN
01	KILOGRAMOS
02	LIBRAS
03	TONELADAS LARGAS
04	TONELADAS MÉTRICAS
05	TONELADAS CORTAS
06	GRAMOS
07	UNIDADES
08	LITROS
09	GALONES
10	BARRILES
11	LATAS
12	CAJAS
13	MILLARES
14	METROS CÚBICOS
15	METROS
99	OTROS (ESPECIFICAR)

TABLA D: TIPO DE OPERACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN
01	VENTA
02	COMPRA
03	DEVOLUCIÓN RECIBIDA
04	DEVOLUCIÓN ENTREGADA
05	PROMOCIÓN
06	RETIRO
07	MERMAS
08	DESMEDROS
09	DESTRUCCIÓN
10	SALDO INICIAL
99	OTROS (ESPECIFICAR)

Elaboración Propia

En la Ilustración 44 se observa los códigos del formato Kardex propuesto para poder completarlo, en cuanto a la Tabla C, esta será coordinada con el contador para definir los códigos correctos.

Como se observa este formato en Excel permite llevar un control detallado de la materia prima y permite la determinación del costo en el momento exacto de la venta, debido a que, en cada salida de un producto, se registra su cantidad y costo.

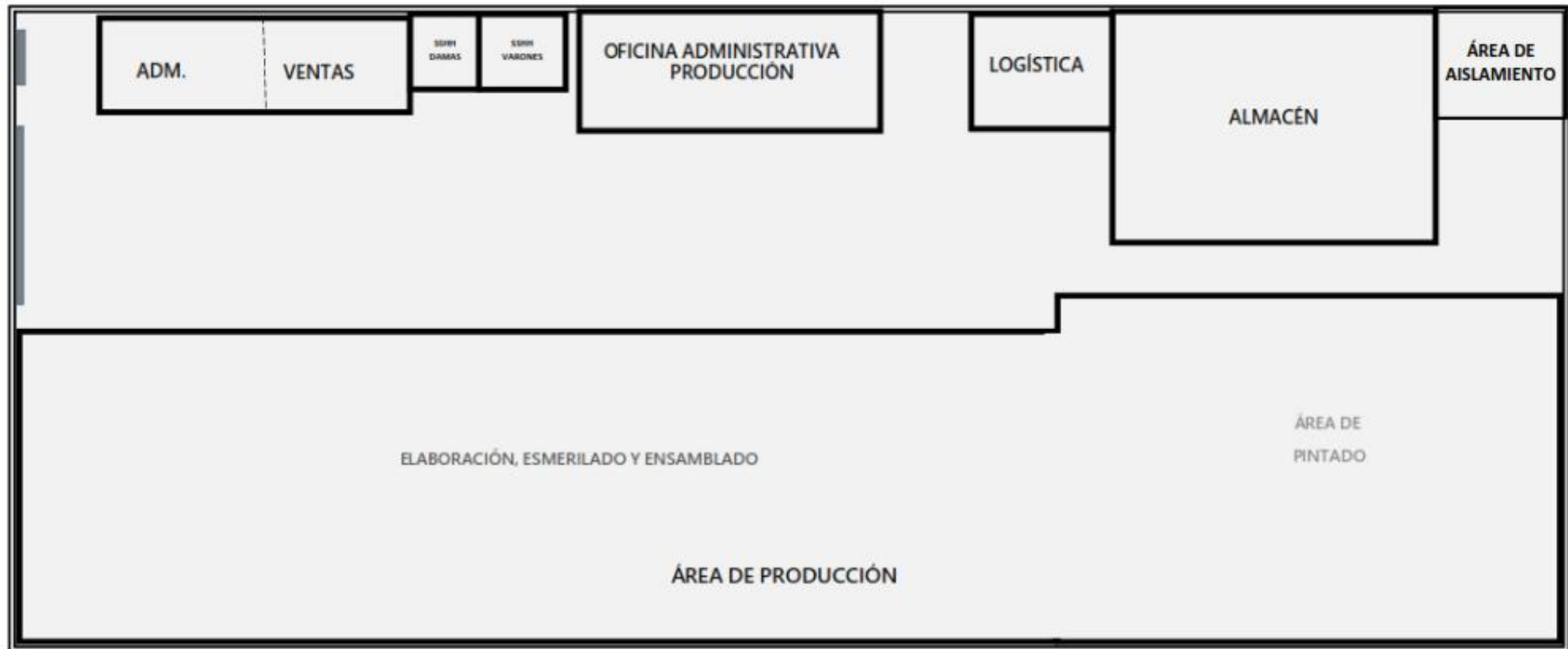
5.4.6. Implementación de área de aislamiento

El área de aislamiento es el lugar donde las partes de los tableros van a terminar su proceso de secado, ya que actualmente no se cuenta con esta área, se tienen problemas en el acabado de algunos tableros, esto ayudaría a contrarrestar estas deficiencias

Este lugar se acondicionará con un anaquel grande que se encuentra sin uso en el almacén, este será cubierto en las bases con stretch film para que no se peguen los tableros, y por encima y los costados con malla raschel para que evite que cuerpos extraños se incorporen a la pintura mientras el horno se encuentre ocupado y no se pueda acelerar su proceso de horneado.

5.4.6.1. Layout propuesto

En la Ilustración 45 se puede observar el Layout propuesto, donde se observa que se considera un área de aislamiento.

Ilustración 45 Lay Out propuesto

Elaboración propia

5.4.6.2. Diagrama de Recorrido propuesto

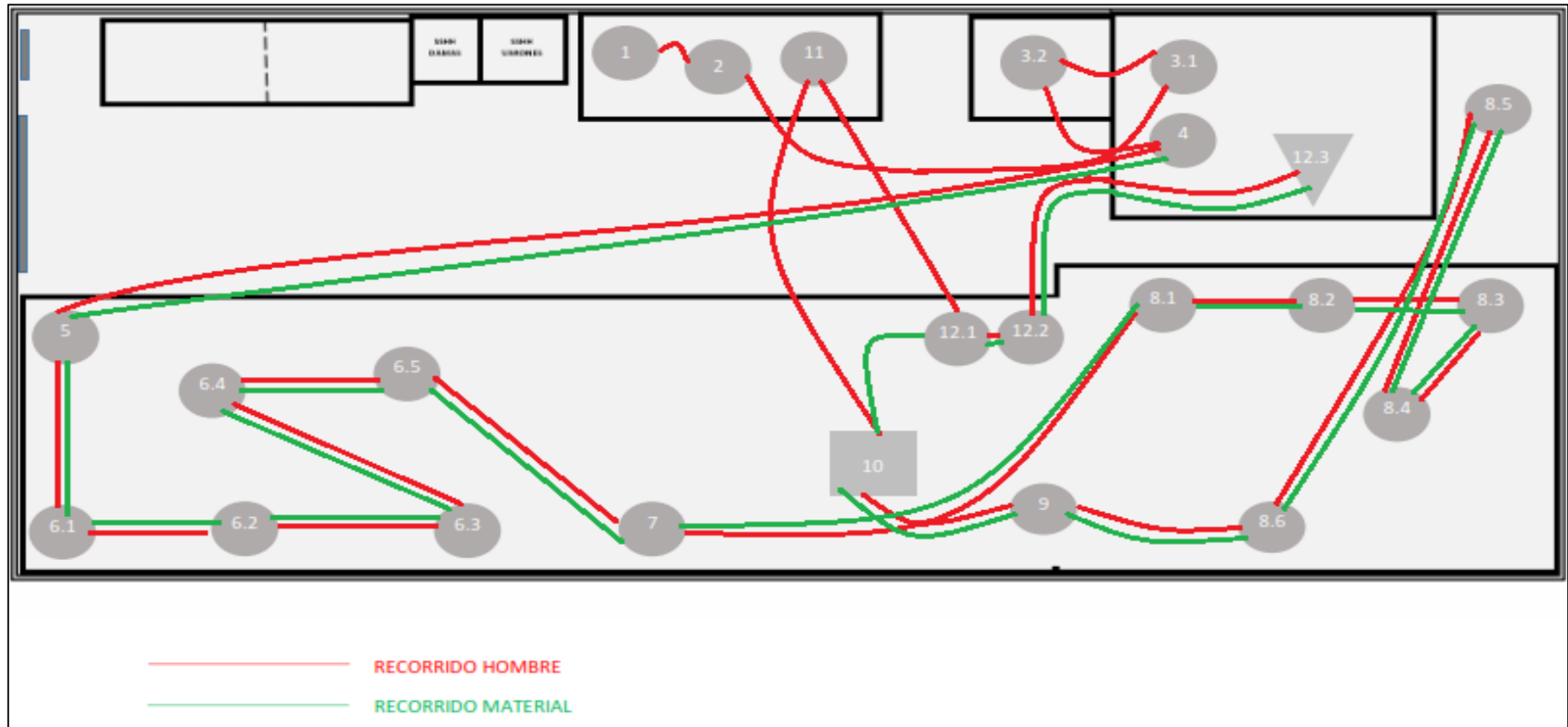
En la Ilustración 46 se presenta el diagrama de recorrido que se da a partir de la puesta en marcha de la propuesta que se da en el Layout., tomando de base las nuevas actividades, que son las siguientes:

Ilustración 46 Actividades propuestas del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero Negro

1. Diseño
2. Requerimiento de material
3. Adquisición de materiales
<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Consulta a Almacén • 3.2 Compra de materiales
4. Recojo de materiales
5. Entrega del diseño
6. Elaboración
<ul style="list-style-type: none"> • 6.1 Corte • 6.2 Troquelado • 6.3 Plegado • 6.4 Armado y Soldadura • 6.5 Soldadura
7. Esmerilado
8. Pintado
<ul style="list-style-type: none"> • 8.1 Ataque con acido • 8.2 Lavado y enjuagado • 8.3 Secado • 8.4 Pintado • 8.5 Almacenamiento en área de aislamiento • 8.6 Curado u Horneado
9. Ensamblado y Colocación de accesorios
10. Inspección
11. Elaboración de certificados de garantía
12. Almacenamiento
<ul style="list-style-type: none"> • 12.1 Embalaje • 12.2 Etiquetado • 12.3 Almacenamiento de producto final

Elaborado en base a: Área Producción de Empresa metalmecánica

Ilustración 47 Diagrama de recorrido propuesto



Elaboración propia

5.4.7. Relación entre alternativas seleccionadas y propuesta planteada

En la Tabla 63 se presenta la relación de las alternativas de solución plasmadas para la mejora de procesos de la fabricación de tableros en la metalmecánica en estudio, para lo cual se ha planteado diversas propuestas de mejora, las cuales se encuentran en orden.

Tabla 63 Relación alternativa seleccionada - propuesta planteada

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	PROPUESTA PLANTEADA
- Capacitación al soldador	- Se plantea la homologación del soldador, el cual se encuentra dentro del Plan de Capacitaciones desarrollado en el punto 5.4.1
- Implementación de área de aislamiento	- Se propone una implementación de un área de aislamiento que se encontraría ubicado al lado del almacén de la empresa, tal como se indica en el punto 5.4.6
- Capacitación al mecánico	- Se plantea capacitaciones en los temas de Pintado y colocación de accesorios, las cuales se encuentran dentro del Plan de Capacitaciones desarrollado en el punto 5.4.1.
- Implementación de Procedimiento escrito	- El procedimiento escrito propuesto, se encuentra desarrollado en el punto 5.4.2.1
- Aplicación de metodología 5'S	- Esta metodología será aplicada tanto al almacén como a la planta, se encuentra desarrollado en el punto 5.4.4
- Implementar uso de Kardex	- La implementación del formato Kardex, está desarrollado en el punto 5.4.5
- Capacitación a la asistente de logística	- La capacitación a la asistente de logística, se centra en los temas de Excel y Administración logística, las cuales se encuentran dentro del Plan de Capacitaciones desarrollado en el punto 5.4.1.
- Procedimiento de planificación	- El procedimiento escrito propuesto, se encuentra desarrollado en el punto 5.4.2.2
- Implementación de Poka Yoke	- Esta implementación se llevará a cabo en la parte operativa, tal como se explica en el punto 5.4.3.

Elaboración propia

En la Tabla 63 se observa que, al implementar las mejoras propuestas, como lo son las capacitaciones, metodología 5's, el formato Kardex, procedimientos propuestos, las

demoras serán mitigadas del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro.

5.5. CRONOGRAMA DE LA PROPUESTA

En la Tabla 64 se presenta el cronograma de la implementación de las mejoras, donde se plasma de manera resumida la duración estimada que tendría cada una de las propuestas.

Tabla 64 Cronograma de implementación de las propuestas planteadas

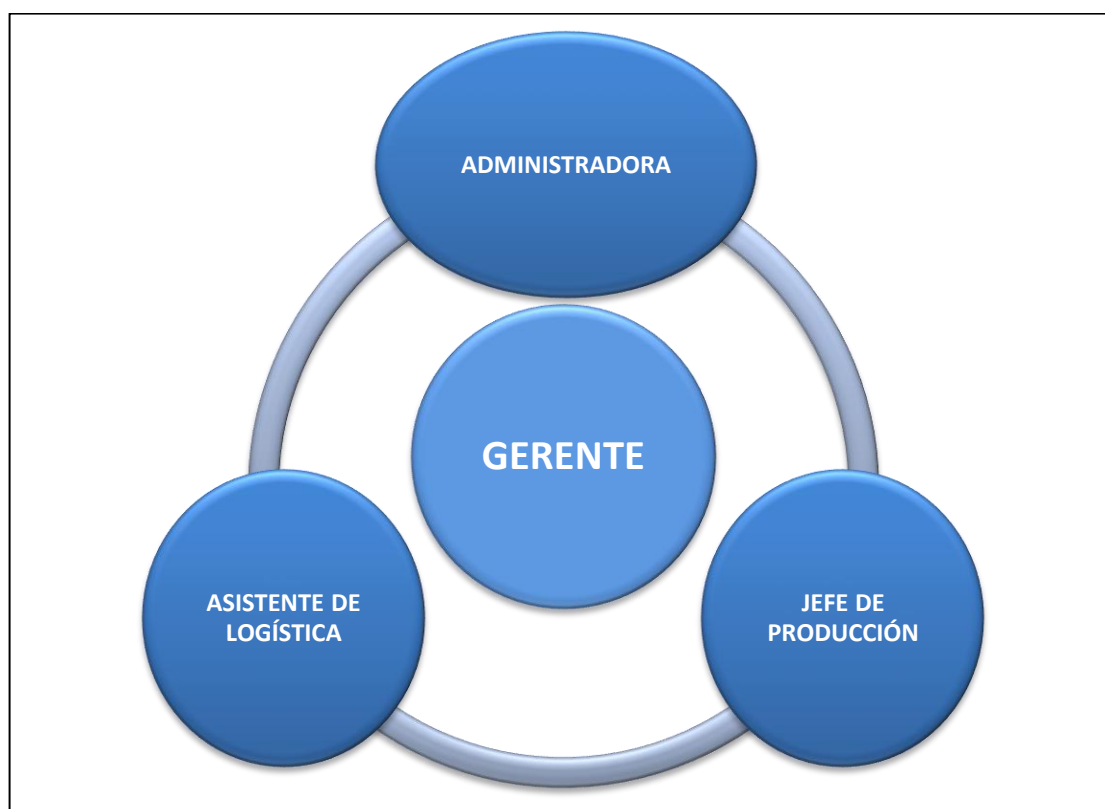
Propuesta de mejora	Actividades	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PLAN DE CAPACITACIÓN	Determinar la cantidad de personal a capacitar	X											
	Definir y acordar temas de capacitación	X											
	Desarrollo de la capacitación, área logística, Administración Logística		X	X									
	Desarrollo de la capacitación, área logística, Excel				X	X	X						
	Desarrollo de la capacitación, área producción, Pintura Electrostática		X					X					
PROCEDIMIENTOS	Revisión del Jefe de Producción	X											
	Modificaciones que el Jefe de Producción considere pertinentes	X											
	Aprobación de Gerente General		X										
	Difusión de los procedimientos		X										
	Evaluación de conocimientos			X									
	Implementación en campo			X									
	Auditoria de verificación					X			X			X	
POKA YOKE	Revisión y aprobación de propuesta de control de trabajo					X							
	Difusión a los involucrados					X							
	Revisión de otras actividades donde puede aplicarse Poka Yoke							X			X		
	Realización de formatos y aprobación							X			X		
IMPLEMENTACION DE LAS 5´S	Definir el encargado de la implementación				X					X			
	Capacitación breve sobre estrategia al encargado				X					X			
	Clasificación u Organización					X					X		
	Orden y reubicación de materiales y accesorios.					X					X		
	Limpieza						X	X	X	X	X	X	X
	Estandarización						X				X		
	Disciplina							X		X		X	
KARDEX	Revisión y aprobación del formato del Asistente de Logística				X								
	Revisión y actualización formatos Kardex para cada materia prima o material permanente				X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Seguimiento en Excel				X	X	X	X	X	X	X	X	X
IMPLEMENTACIÓN DE AREA DE AISLAMIENTO	Adecuación de área de asilamiento		X										
	Orden y limpieza		X										

Elaboración propia

5.6. EQUIPO DE GESTIÓN

Para la implementación de nuestra propuesta de mejora, no es necesario contratar más personal. Lo que se necesita es que todas las áreas involucradas trabajen juntas para sacar adelante la implementación de nuestra propuesta. En la Ilustración 48 se muestra la interacción de las áreas que participarán en este proceso.

Ilustración 48 Equipo de Gestión



Elaboración propia

Como se puede apreciar en la sinergia mostrada en la Ilustración 48, la persona que lideraría toda la implementación es el GERENTE, su apoyo directo es la ADMINISTRADORA, luego van de la mano el JEFE DE PRODUCCION y la ASISTENTE DE LOGÍSTICA, los cuales tendrán que poner en práctica lo coordinado y reportarlo según lo que el gerente indique.

En la Tabla 65 se presenta a la persona encargada por cada propuesta de mejora expuesta, con un breve resumen de las funciones u objetivos que debe tener cada encargado.

Tabla 65 Persona responsable y encargada de cada propuesta de mejora

Propuesta de mejora	Responsable	Descripción
PLAN DE CAPACITACIONES	ADMINISTRADORA	La administradora debe de proveer los recursos económicos y hacer el seguimiento al plan de capacitaciones aprobado previamente por gerencia en cuanto a plazos y costos de la misma.
PROCEDIMIENTO	JEFE DE PRODUCCION	El nuevo procedimiento debe ser revisado y corregido por el jefe de producción, este a su vez debe de presentar a gerencia para su aprobación luego de ser aprobado deberá de difundirlo a todo el personal operativo, y esto hacerlo diario en charlas de 5 minutos para refrescar conocimientos o absolver consultas.
POKA YOKE	JEFE DE PRODUCCION	Los formatos del POKA YOKE deberán ser utilizados y difundidos por el jefe de producción, el cual deberá de velar por el cumplimiento y uso correcto de los mismos, con el fin de lograr los resultados expuestos en el punto 6.4.5 del presente estudio.
IMPLEMENTACION DE LAS 5'S	ASISTENTE DE LOGÍSTICA	La implementación de las 5's estará bajo responsabilidad de la asistente de logística, la cual luego de recibir la capacitación necesaria, deberá de implementar y asegurarse que sus compañeros de trabajo sigan la metodología de forma correcta, dentro de almacén y en la planta.
KARDEX	ASISTENTE DE LOGÍSTICA	La asistente de logística al implementar el KARDEX, debe asegurar el correcto uso del mismo, difundiendo al personal y capacitándolo si es necesario, en su ausencia por motivos de compras u otros deberá de delegar el correcto llenado del mismo con el fin de que no se tenga ningún material sin control.
IMPLEMENTACION DE AREA DE AISLAMIENTO	JEFE DE PRODUCCION	El presente debe ser puesto en marcha por el jefe de producción y explicar al personal operativo la adecuación del área de aislamiento

Elaboración propia

En la Tabla 65 se observa que cada persona tiene sus responsabilidades en las diversas propuestas, estas con el fin que se desarrollen según lo planteado, así también todo debe de terminar en la aprobación del gerente, y debe tener conocimiento la administradora para evaluar el desempeño y adecuación de los colaboradores a los cambios.

5.7. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Con la finalidad de verificar que el cronograma de implementación se ejecute en los plazos establecidos, el equipo de gestión se reunirá semanalmente los 3 primeros meses, en estas reuniones podrán compartir con el equipo el avance o solicitar el apoyo requerido para la ejecución de sus actividades y se establecerán acuerdos acerca del alcance, planificación, riesgos, etc., los cuales serán registrados en un Acta de seguimiento y control, como se muestra en la Ilustración 49. Durante estas reuniones se revisará la planificación actualizada, actividades realizadas, actividades a realizar, etc., y se comprobará que todos los acuerdos especificados en actas de reuniones anteriores estén recogidos en el Informe de Seguimiento del periodo actual.

Ilustración 49 Formato de Acta de Seguimiento y Control

SEGUIIMIENTO Y CONTROL			
Nº de Reunión			
Fecha			
Revisión de cronograma de implementación (Adjunto)			
Verificación de cumplimiento			
Líder	Avance	Observaciones	
Gerente General			
Administradora			
Jefe de Producción			
Asistente de Logística			
Acuerdos			
Descripción	Responsable	Fecha Prevista	Estado
Participantes			
Nombre	Firma	Nombre	Firma
<Gerente General>		<Asistente de Logística>	
<Administradora>		<Jefe de Producción>	

Elaboración propia.

En la última reunión del tercer mes, se evaluará si se necesita un mes más realizando reuniones semanales o se realizarán de manera mensual, la evaluación será decidida por el Gerente General, si en caso la evaluación es favorable los líderes deberán presentar un resumen de las actividades realizadas en el mes anterior, según el formato mostrado en la Ilustración 50 y lo enviarán a la Administradora de la empresa para que consolide la información y sea compartida en la próxima reunión del Equipo de Gestión.

Ilustración 50 Formato de Informe Mensual de Actividades

INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES			
Nombre del Líder: Cargo: Mes:			
Actividad según cronograma	Resumen de resultado obtenido	Porcentaje de Avance	Observaciones

Elaboración propia

Como se observa, este formato permite tener claras las actividades ejecutadas mensualmente y saber las observaciones generadas.

Ante la ausencia de alguno de los líderes, ya sea por vacaciones, descansos médicos, entre otros, se elaboró la Tabla 66, donde se indica quién será el reemplazo del Líder Ausente:

Tabla 66 Reemplazos de personal de Equipo de Gestión

Equipo de Gestión	Reemplazo
Gerente General	Administradora
Administradora	Gerente General
Jefe de Producción	Técnico Líder Mecánico
Asistente de Logística	Administradora / Jefe de Producción

Elaboración propia

Como se observa, esta tabla permite estar preparados ante una eventualidad. Como se analizó en el cronograma de la Tabla 64, el avance y cumplimiento de cada etapa de la propuesta está ya definido. Ante cualquier desviación, retraso, se comunicará en las

reuniones que se tengan con el Equipo de Gestión para analizar el impacto de dicho atraso o problema solucionar conflictos y tomar las medidas necesarias para no sentir dichos retrasos.

5.8. ANALISIS DE LA PROPUESTA

5.8.1. COSTO DE LA PROPUESTA

A continuación, se detalla los costos incurridos en la implementación de cada propuesta de mejora planteada en el punto 6.4.

5.8.1.1. Plan de Capacitaciones

El costo del Plan Anual de Capacitación se resume en la Tabla 67, los costos se consultaron desde la página web de cada institución planteada.

Tabla 67 Costos de Capacitaciones

Nombre de Capacitación o Curso	Institución	Referencia	Cantidad de trabajadores	Costo
Curso Excel Básico	INFOUNSA	Apéndice 2	1	S/ 85.00
Curso Excel Intermedio	INFOUNSA	Apéndice 2	1	S/ 95.00
Curso Excel Avanzado	INFOUNSA	Apéndice 3	1	S/ 95.00
Curso de Administración Logística	Instituto del Sur	Apéndice 4	1	S/ 385.00
Homologación de soldador	Soldexa	Apéndice 5	1	S/1400.00
TOTAL				S/ 2060.00

Elaborado en base a Páginas Web de Infounsa, Instituto del Sur, Soldexa

Como se observa, el costo anual de capacitaciones es de S/2,060.00 donde solo se consideran los costos de los cursos según los Anexos en referencia, en las instituciones donde se considera brindan una buena enseñanza en el tema.

5.8.1.2. Procedimientos

Como se menciona en el punto 5.4.2, para la realizar la implementación de procedimientos se coordinarán reuniones entre el Gerente y el Jefe de Producción. El jefe

de producción será el encargado de capacitar al personal mediante una presentación y una evaluación. Finalmente se hará entrega del procedimiento impreso a cada trabajador.

Por tanto, los costos en los que se incurrirán será la compra de hojas bond para las evaluaciones e impresión de los procedimientos. Cabe indicar que la empresa cuenta con una impresora propia por lo que el costo adicional será la tinta utilizada para la impresión de documentos.

5.8.1.3. Implementación Poka-Yoke

Para la implementación del Poka-Yoke solo se necesitan reuniones de coordinación con el Gerente y el Jefe de Producción, una vez definido el formato el jefe de producción debe implementarlo en campo. Deberá archivar uno en electrónico y uno impreso para que la Asistente de Logística lo valide.

Por tanto, el único costo en el que se incurrirá será en las hojas de impresión.

5.8.1.4. Implementación de 5'S

En la Tabla 68 se muestra parte de los recursos necesarios para poner en práctica la implementación de las 5's. Los costos se consultaron de la página web de Sodimac como se muestra en el Apéndice 7.

Tabla 68 Costos de las 5'S

Descripción de material	Unidad de Medida	Cantidad	Costo
Trapeador	Und	2	S/ 11.80
Escoba, Recogedor	Und	2	S/ 35.80
TOTAL			S/. 46.60

Elaboración propia

Para poder rotular los anaqueles, las maletas de herramientas del personal, se necesitan hojas bond y cinta de embalaje, los cuales son costos asociados a otras mejoras, es por ello que en este punto no se muestra como un costo más, se mostraran en el resumen de la propuesta global.

5.8.1.5. Kardex

Como se mencionó en el punto 5.4.1, el formato Kardex se manejará en el programa Excel y se actualizará en el mismo mes a mes por la Asistente de Logística como una de sus funciones. Por tanto, no se incurrirá en un costo adicional.

5.8.1.6. Implementación de área de Aislamiento

En la Tabla 69 se muestran los costos en los que se incurrirá al acondicionar el área de aislamiento para el secado de las piezas de los tableros. Los costos figuran en el Apéndice 6.

Tabla 69 Costo de área de aislamiento

Descripción de material	Unidad de Medida	Cantidad annual	Costo anual
Strech film	Und	1	S/ 49.50
Malla Rashell	metros	100	S/559.90
TOTAL			S/609.40
Elaboración propia			

Como se observa el costo total para la implementación del área de aislamiento será de S/609.40, sin embargo, debemos considerar que este acondicionamiento se realiza por única vez.

5.8.1.7. Costos totales de la propuesta de mejora

Dado que los útiles de escritorio se utilizarán para la implementación de 5's, formato de cotización, procedimientos y Poka-Yoke, para el resumen de los costos totales de la propuesta, se tiene que tomar en cuenta que estos son un costo compartido, tal como se muestra en la Tabla 70. Los datos se sacaron del Apéndice 8.

Tabla 70 Costos Útiles de escritorio

Descripción de material	Unidad de Medida	Cantidad annual	Costo anual
Hojas Bond	Paquete	6	S/. 83.40
Cinta de embalaje	Und.	20	S/. 158.00
Tinta	Und.	4	S/. 233.61
TOTAL			S/ 475.01

Elaboración propia

Como se observa el costo anual de los útiles de escritorio será de S/241.40 destinados únicamente a la implementación de las mejoras mencionadas. Estos costos podrían variar favorablemente dado que la empresa compra hojas para impresión de las actividades cotidianas de los trabajadores y al comprar por mayor el costo puede disminuir.

Después de analizar y definir todos los costos por propuesta de mejora, en la Tabla 71 se muestra el resumen de los costos totales incurridos.

Tabla 71 Costos totales de la mejora

Propuesta de mejora	Referencia	Costo anual
Plan de capacitación	<i>Tabla 67</i>	S/. 2,060.00
Implementación de las 5's	<i>Tabla 68</i>	S/. 46.60
Implementación de área de aislamiento	<i>Tabla 69</i>	S/ 609.40
Útiles de Escritorio	<i>Tabla 70</i>	S/ 475.01
TOTAL		S/ 3,191.01

Elaboración: Propia

Como se puede apreciar, básicamente la inversión se encuentra en la capacitación del personal y el área de aislamiento para las piezas pintada, sin embargo, este último se realizará por única vez.

5.8.2. BENEFICIOS DE LA PROPUESTA






5.8.2.1. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) propuesto

Debido a la implementación de las mejoras desarrolladas en los puntos 5.4.1, 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4 y 5.4.5, en el Diagrama de Análisis de procesos, se presentaran variaciones en los tiempos, ya que se eliminarán las demoras causadas entre una actividad y otra.

Así también se podrá observar que se añade una actividad, que implica el traslado del producto semi-elaborado al área implementada de aislamiento, descrita en el punto 5.4.6, para mejorar su acabado en el pintado.

El Diagrama DAP propuesto se muestra en la Ilustración 51.

Ilustración 51 DAP propuesto - Tableros Eléctricos en acero negro tamaño grande

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO									
EMPRESA	EMPRESA METALMECÁNICA EN ESTUDIO							PAGINA	1/1
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN							FECHA	MAYO 2019
PROCESO	FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS							METODO	PROPUESTO
ELABORADO POR	ALEJANDRA BUSTAMANTE Y KAREN GOMEZ							APROBADO	C.G.O.
ACTIVIDAD	C	D	T	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
	u	m	hh:mm:ss						
1. Diseño			1:30:15	X					
2. Requerimiento de materiales			0:30:04	X					
3. Traslado al área de Logística			0:00:21		X				
4. Adquisición de materiales			25:52:25						
4.1 Consulta a Almacén			0:10:12	X					
4.2 Compra de materiales			1:42:13	X					Pedidos hasta medio día
4.3 Espera de materiales			24:00:00	X					Desde Lima
5. Traslado a almacén			0:00:22		X				
6. Recojo de materiales			0:12:07	X					
7. Traslado a planta			0:00:17		X				
8. Entrega de diseño			0:07:35	X					
9. Elaboración			5:11:35						
9.1 Corte			1:02:42	X					
9.2 Traslado al área de troquelado			0:00:15		X				
9.3 Troquelado			0:14:52	X					
9.4 Traslado al área de plegado			0:00:13		X				
9.5 Plegado			2:01:10	X					
9.6 Traslado al área de armado			0:00:13		X				
9.7 Armado y Soldadura			1:08:03	X					
9.8 Traslado al área de Soldadura			0:00:12		X				
9.9 Soldadura			0:43:37					X	Piezas defectuosas reprocesadas
9.10 Traslado al área de esmerilado			0:00:18		X				
10. Esmerilado			1:17:12					X	Piezas defectuosas reprocesadas
11. Traslado al área de ataque con acido			0:00:13		X				
12. Pintado			1:51:23						
12.1 Ataque con acido			0:15:10	X					
12.2 Traslado al área de lavado			0:00:10		X				
12.3 Lavado			0:11:15	X					
12.4 Traslado al área de secado			0:00:05		X				
12.5 Secado			0:28:30	X					
12.6 Traslado al área de pintado			0:00:12		X				
12.7 Pintado			0:31:05					X	Piezas defectuosas reprocesadas
12.8 Traslado al área de aislamiento			0:00:15		X				
12.9 Almacenamiento en área de aislamiento			0:08:12	X					
12.10 Traslado al área de curado			0:00:10		X				
12.11 Curado u horneado			0:16:08	X					
12.12 Traslado al área de ensamble			0:00:11		X				
13. Ensamble y colocación de accesorios			0:43:25	X					
14. Traslado a la inspección			0:00:11		X				
15. Inspección			00:17:46			X			Piezas defectuosas reprocesadas
16. Traslado a oficina			0:00:22		X				
17. Elaboración de certificados			0:15:33	X					
18. Almacenaje			0:18:44						
18.1 Embalaje			0:11:40	X					
18.2 Etiquetado			0:04:28	X					
18.3 Traslado a almacén			0:00:21		X				
18.4 Almacenamiento			0:02:15					X	
TOTALES			37:52:04	20	18	1	0	1	3

Elaboración: Propia

En la Ilustración 51 se observa que el tiempo total de fabricación para un tablero eléctrico en acero negro de tamaño grande después de implementar la propuesta de mejora es de 37hrs 52min 04seg donde intervienen 20 actividades, dentro de las cuales un 46.51% son actividades de operación, un 41.86% son actividades de transporte, un 2.33% es actividades de inspección, ya que solo es una actividad de inspección propiamente dicha, ya no se encuentran demoras, en actividades de almacén también se tiene un 2.33% y un 6.98% está comprendido por actividades de operaciones acompañadas de inspecciones visuales.

En comparación al Diagrama de Análisis de Procesos con el que actualmente se ejecuta el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro en tamaño grande visto en el punto 2.2.1.5, el diagrama que se propone en el presente estudio, reduce el tiempo en un 7.45%

5.8.2.2. VSM propuesto

En la Ilustración 45 se representa el Layout propuesto, donde se observa la implementación del área de aislamiento, en base a esta ilustración y al Diagrama de Análisis del proceso mostrado en el punto 5.8.2 es que se formula el mapeo de la cadena de valor propuesto.

- **Diseño**

La actividad de diseño, no varía con respecto al VSM inicial, como se observa en el Punto 4.7.1.1.

- **Requerimiento de materiales**

Se presenta una variación de tiempo, disminuyendo el tiempo de adquisición de materiales en comparación al VSM inicial

De igual manera que en el VSM inicial, no se toma en cuenta el tiempo de Espera de material, ya que este tiempo está plasmado en el diagrama en el ícono de Bus de Transporte, es decir el tiempo de Adquisición fue calculado tal como figura en la Tabla 72.

Tabla 72 Calculo del tiempo de adquisición de materiales para VSM Propuesto

Actividad	Tiempo en Horas (DAP Propuesto)	Tiempo en minutos
Consulta a Almacén	00:10:12	10 min
Compra de materiales	01:42:13	102 min
Adquisición de materiales		112 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

Como se observa en la Tabla 72 la actividad de adquisición de materiales tiene un tiempo de producción de 112 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 73.

Tabla 73 Hoja de Datos propuesta para Adquisición de materiales

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Adquisición de materiales
Tiempo de Producción	133 min
Tiempo del Ciclo	133 min
Número de Operarios	1

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

- **Recojo de Materiales**

El tiempo de recojo de materiales se mantiene tal como se muestra en el VSM inicial, en el punto 4.7.1.4.

- **Entrega de diseño**

El tiempo de entrega y diseño se mantiene tal como se muestra en el VSM inicial, en el punto 4.7.1.5

- **Elaboración**

Para la actividad de elaboración, se calcula el tiempo de la actividad tal como se indica en la Tabla 74.

Tabla 74 Cálculo del tiempo de Elaboración para VSM Propuesto

Actividad	Tiempo en Horas (DAP Propuesto)	Tiempo en minutos
Corte	01:02:42	62 min
Traslado al área de troquelado	00:00:15	0.25 min
Troquelado	00:14:52	15 min
Traslado al área de plegado	00:00:13	0.22 min
Plegado	02:01:10	121 min
Traslado al área de armado	00:00:13	0.22 min
Armado y Soldadura	01:08:03	68 min
Traslado al área de Soldadura	00:00:12	0.21 min
Soldadura	00:43:37	43 min
Traslado al área de esmerilado	00:00:18	0.30 min
Elaboración		311 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

Como se observa en la Tabla 74, se tiene un tiempo de producción de 311 min, el cual difiere al tiempo del ciclo, ya que se cuenta con 03 operarios para esta actividad entonces el tiempo de ciclo se calcula en 103.7 min, como se muestra en la Tabla 75.

Tabla 75 Hoja de Datos propuesta para Elaboración

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Elaboración
Tiempo de Producción	311 min
Tiempo del Ciclo	103.7 min
Número de Operarios	3

Elaboración: Propia

- **Esmerilado**

El tiempo de entrega y diseño se mantiene tal como se muestra en el VSM inicial, en el punto 0.

- **Pintado**

El tiempo de la actividad de Pintado propuesto se calcula en la Tabla 76.

Tabla 76 Cálculo del tiempo de Pintado para VSM Propuesto

Actividad	Tiempo en Horas (DAP Propuesto)	Tiempo en minutos
Ataque con acido	00:15:10	15 min
Traslado al área de lavado	00:00:10	0.19 min
Lavado	00:11:15	11 min
Traslado al área de secado	00:00:05	0.10 min
Secado	00:28:30	28 min
Traslado al área de pintado	00:00:12	0.21 min
Pintado	00:31:05	31min
Traslado al área de aislamiento	00:00:15	0.25 min
Almacenamiento en área de aislamiento	00:08:12	08 min
Traslado al área de curado	00:00:10	0.19 min
Curado u horneado	00:16:08	16 min
Traslado al área de ensamble	00:00:11	0.20 min
Pintado		111 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

Para la actividad de pintado se tiene un tiempo de producción de 111 min, el cual es igual al tiempo del ciclo, ya que solo se cuenta con 01 operario para esta actividad, como se muestra en la Tabla 77.

Tabla 77 Hoja de Datos propuesta para Pintado

Hoja de Datos del Proceso	
Datos	
Actividad	Pintado
Tiempo de Producción	111 min
Tiempo del Ciclo	111 min
Número de Operarios	1

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

- **Ensamble y colocación de accesorios**

El tiempo para el Ensamble y colocación de accesorios se mantiene igual que en el VSM inicial como se muestra en el punto 4.7.1.9.

- **Inspección**

El tiempo para el Inspección se mantiene igual que en el VSM inicial como se muestra en el punto 4.7.1.10.

- **Elaboración de certificados**

El tiempo para la Elaboración de certificados se mantiene igual que en el VSM inicial como se muestra en el punto 4.7.1.11.

- **Almacenaje**

El tiempo para el Almacenaje se mantiene igual que en el VSM inicial como se muestra en el punto 4.7.1.12.

Para el VSM propuesto, se sumaran todos los tiempos de las actividades en las cuales participa un mismo operario, como el caso del Jefe de producción como se muestra en la Tabla 78 y de la asistente de Logística como se muestra en la Tabla 79.

Cabe recalcar que los tiempos fueron extraídos del DAP Propuesto.

Tabla 78 Hoja de Datos del Proceso propuesto del Jefe de Producción

Hoja de Datos del Proceso	
JEFE DE PRODUCCION	
Actividad	Diseño
Tiempo de Producción	90 min
Tiempo del Ciclo	90 min
Actividad	Requerimiento de materiales
Tiempo de Producción	30 min
Tiempo del Ciclo	30 min
Actividad	Recojo de materiales
Tiempo de Producción	12 min
Tiempo del Ciclo	12 min
Actividad	Entrega de diseño
Tiempo de Producción	07 min
Tiempo del Ciclo	07 min
Actividad	Inspección
Tiempo de Producción	17 min
Tiempo del Ciclo	17 min
Actividad	Elaboración de certificados
Tiempo de Producción	15 min
Tiempo del Ciclo	15 min
Número de Operarios	1
TIEMPO TOTAL	171 min

Elaboración: Propia

El tiempo del jefe de producción no varía con respecto al primer VSM visto en la Tabla 43.

En el caso de la Asistente logística, el tiempo disminuye respecto al inicial debido a la disminución del tiempo de adquisición de materiales explicado líneas arriba.

Tabla 79 Hoja de Datos del Proceso propuesto de la Asistente de Logística

Hoja de Datos del Proceso	
ASISTENTE DE LOGÍSTICA	
Actividad	Adquisición de materiales
Tiempo de Producción	112 min
Tiempo del Ciclo	112 min
Actividad	Almacenaje
Tiempo de Producción	18 min
Tiempo del Ciclo	18 min
Número de Operarios	1
TIEMPO TOTAL	130 min

Elaboración: Propia

En el VSM propuesto también se consideran tiempos entre los distintos cuadrantes, los cuales fueron calculados de la siguiente manera:

- **Tiempo entre Jefe de Producción y Asistente de Logística:**

Este tiempo es considerado entre el traslado al área de Logística y al almacén para el recojo de materiales, como figura en la Tabla 80.

Tabla 80 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Asistente de Logística

Actividad	Tiempo en Horas (DAP propuesto)	Tiempo en minutos
Traslado al área de Logística	00:00:21	0.35 min
Traslado a almacén	00:00:22	0.37 min
Tiempo total		0.72 min

Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio

- **Tiempo entre Jefe de Producción y Elaboración:**

Este tiempo es considerado como el tiempo de traslado a planta, como figura en la Tabla 81.

Tabla 81 Cálculo del tiempo entre Jefe de Producción y Elaboración

Actividad	Tiempo en Horas (DAP propuesto)	Tiempo en minutos
Traslado a Planta	00:00:17	0.28 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

- **Tiempo entre Esmerilado y Pintado:**

Este tiempo es considerado como la suma de la demora que se presenta después del esmerilado y el traslado al lugar donde se realiza el ataque con ácido, tal como figura en la *Tabla 82*.

Tabla 82 Cálculo del tiempo entre Esmerilado y Pintado

Actividad	Tiempo en Horas (DAP propuesto)	Tiempo en minutos
Traslado al área de ataque con acido	00:00:13	0.22 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

- **Tiempo entre Ensamble y Colocación de Accesorios e Inspección:**

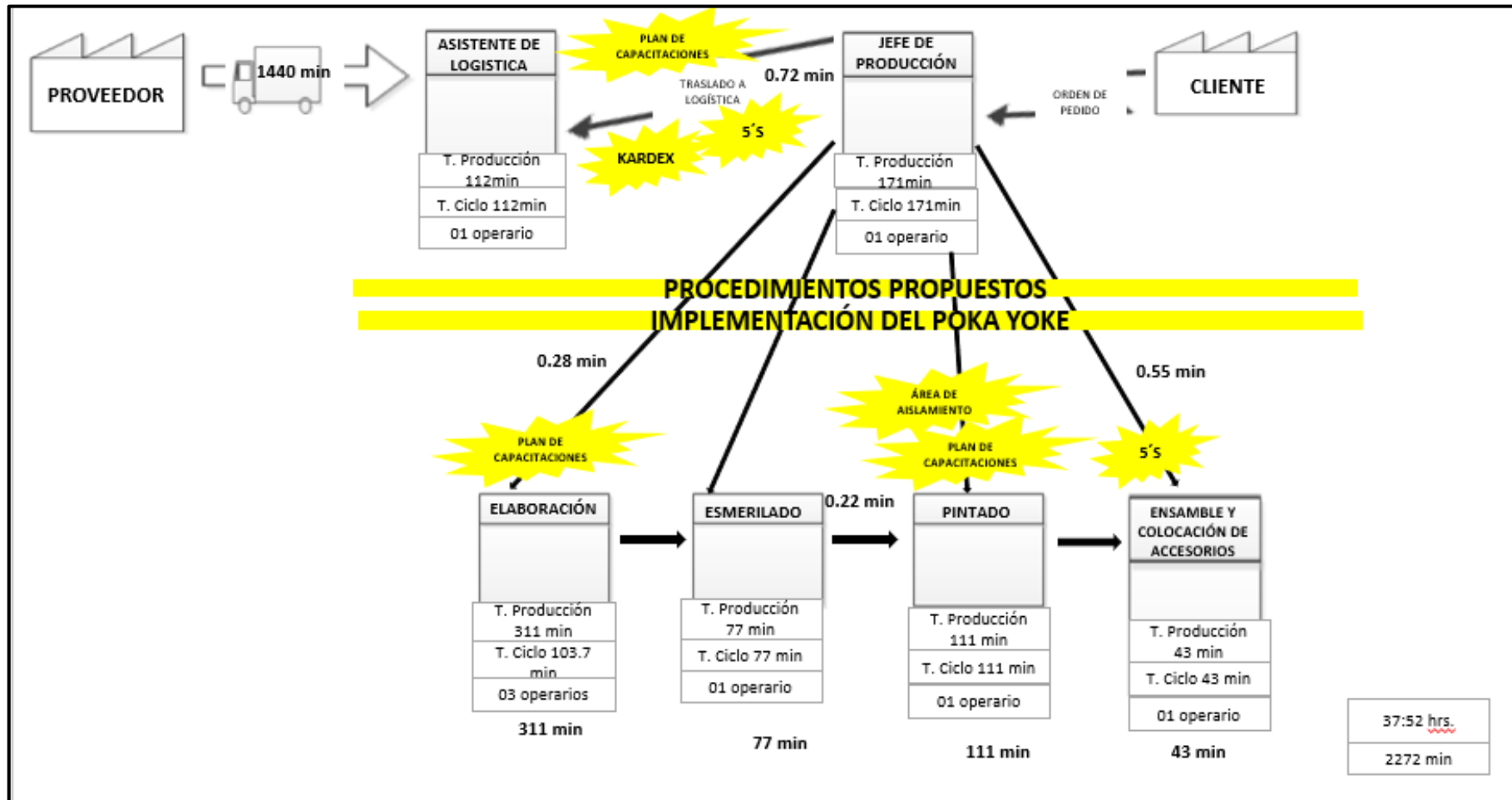
Este tiempo es considerado como la suma del traslado a la inspección del tablero y el traslado a la oficina para elaborar su respectiva documentación, como se muestra en *Tabla 83*.

Tabla 83 Cálculo del tiempo entre Ensamble y colocación de accesorios e Inspección

Actividad	Tiempo en Horas (DAP propuesto)	Tiempo en minutos
Traslado a la inspección	00:00:11	0.18 min
Traslado a oficina	00:00:22	0.37 min
Tiempo total		30.75 min
Elaborado en base al Área de Producción de la empresa metalmecánica en estudio		

Una vez calculados los nuevos indicadores para el diagrama, en la Ilustración 52 se muestra el mapeo de procesos propuesto como resultado de la aplicación de las mejoras expuestas en los puntos anteriores necesarias para enfrentar los problemas identificados en el proceso de fabricación de tableros eléctricos.

Ilustración 52 VSM Propuesto



Elaboración: Propia

Las mejoras propuestas conllevan a la disminución de reprocesos por lo tanto la reducción del tiempo de ciclo, con ello aumenta la producción mensual.

Con la implementación de las 5's se reducirán las demoras en búsqueda de material, por lo cual el proceso de fabricación, acabado y ensamble se reducirá, de tal manera que permita fabricar más tableros al mes.

El plan de capacitaciones y la difusión de los procedimientos están orientados a que el personal, con mayor información y conocimiento, pueda realizar con menos errores sus funciones, de esta manera también se reducen los reprocesos.

5.8.2.3. Estimación de mejora de indicadores

- **Cantidad de entregas retrasadas**

Al haber eliminado las demoras del proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro, tal como se muestra en el punto 5.8.2, en el Diagrama de Análisis del proceso, se infiere que también se eliminan la cantidad de retrasos de pedidos, ya que el proceso fluiría de manera normal.

- **Días de retraso**

Al no contar con entregas retrasadas, el factor de días de retraso, quedaría sin valor, o valor nulo.

- **Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones**

Al contar con un plan de capacitaciones y un equipo de gestión que supervisará el cumplimiento de este, se puede inferir que las capacitaciones se cumplirán en un 100% en el plazo de un año, tal como se muestra en el punto 5.4.1.4.

- **Costos por horas extras**

Al no contar con demoras, ya no se incurriría en costo de horas extras, por lo que este significaría un 0%

- **Costos de materiales por reprocesos**

La capacitación al personal mostrada en el punto 5.4.1, está enfocada para evitar que cometa fallas durante la actividad realizada, así mismo al contar con un procedimiento

escrito y sus anexos, se tendrá mayor control de la producción. Por tanto, los reprocesos se mitigarían, significando que los costos de material por reprocesos sean 0%

- **Productividad anual**

Con la implementación de los puntos 5.4.1, 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4 y 5.4.5, se logro eliminar las demoras en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro mostradas en la Ilustración 51, por tanto ya no se incurrirán costos en horas extras mostrados en la Tabla 15 ni en costos por materiales por reprocesos mostrados en Tabla 16. El nuevo costo y gasto anual se muestra en la Tabla 84.

Tabla 84 Nuevos costos y gastos anuales 2018

Costos	Importe
Costos y gastos 2018	S/ 163,806.38
Costos Horas extras	S/ - 2871.36
Costos de materiales por reprocesos	S/ - 9,952.24
Costos 2018 con la implementación de mejora	S/ 150,982.78

Elaboración: Propia

Al dividir las ventas obtenidas entre los nuevos costos y gastos, se obtiene la nueva productividad anual, la cual será 1.3101. En comparación con la que se obtuvo en el 2018 hay una mejora de 6.34%.

5.8.2.4. Estimación de mejoras planteadas

En la Tabla 85 se muestra las mejoras esperadas luego de la implementación de la propuesta.

Al eliminar las demoras del proceso de fabricación de tableros eléctricos, se puede inferir que se eliminarían también los retrasos en su producción, entonces no habría pedidos que tuvieran algún retraso, por ende, tampoco se considerarían días de retraso.

Tabla 85 Estimación de mejora de indicadores

Indicador	Medición actual	Medición con ejecución de Mejora Propuesta	Interpretación
Cantidad de entregas retrasadas x 100 /Cantidad de pedidos	29% (Ver <i>Ilustración 19</i>)	0% (Ver punto 5.8.2.3)	La cantidad de entregas retrasadas se disminuye a 0.
(Días hábiles de retraso en entrega) / mes	De 4 a 6 días (Ver <i>Ilustración 20</i>)	De 0 días (Ver punto 5.8.2.3)	Al disminuir la cantidad de entregas retrasadas, también se disminuyen a 0 los días de retraso.
Costos por horas extras x 100/ Costos totales	1.75% (Ver punto 4.3.3.2)	0% (Ver punto 5.8.2.3)	Al anular las entregas retrasadas, también se anulan las horas extra, reduciéndose a 0.
Costos de materiales por reprocesos x 100 / Costos totales	6.08% (Ver punto 4.3.3.3)	0% (Ver punto 5.8.2.3)	Al no tener demoras en el proceso, se infiere que ya no se tendrían reprocesos, por ende el costo de materiales adicionales, desaparece.
Capacitaciones ejecutadas x 100/ Capacitaciones planificadas	0% (Ver punto 4.5.3)	100% (Ver punto 5.8.2.3)	Al contar con un equipo de gestión que hará seguimiento a la implementación del Plan de capacitaciones, las capacitaciones planificadas se realizarán en un 100%
Ventas obtenidas / (Costo + gasto)	1.2320 (Ver punto 4.3.4)	1.3101 (Ver punto 5.8.2.3)	Al disminuir los costos, la productividad aumenta en un 6.34%
Tiempo de fabricación/ Unidad	42 horas 21 minutos (Ver <i>Ilustración 15</i>)	37 horas 52 minutos (Ver <i>Ilustración 51</i>)	Al eliminar las demoras, el tiempo de fabricación disminuye en un 7.45%.

Elaboración: Propia

Se puede observar la mejora de los indicadores debido a la implementación de las mejoras propuestas

5.8.2.5. Beneficio cuantitativo

En la Tabla 42 se muestra el resumen de los ingresos mensuales del año 2018, que son dependientes de la cantidad producida. Para calcular la Utilidad bruta se resta los costos y gastos mensuales de los ingresos; la productividad fue calculada dividiendo las ventas obtenidas entre los costos y gastos empleados.

Tabla 86 Beneficio Sin Mejora

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	2018
Cantidad	68	53	66	60	57	59	60	55	47	41	36	33	661
Ingresos	21843.60	17379.00	19485.10	17946.60	17421.00	18817.10	19124.50	17305.70	16198.00	14027.70	12093.80	10160.10	201802.2
Costos y Gastos	16195.78	13291.21	15924.24	15278.61	14184.88	15150.69	16390.78	14520.22	12560.64	11067.19	9930.70	9311.44	163806.38
Utilidad Bruta	5647.82	4087.79	3560.86	2667.99	3236.12	3666.41	2733.72	2785.48	3637.36	2960.51	2163.10	848.66	37995.82
Productividad	1.3487	1.3076	1.2236	1.1746	1.2281	1.2420	1.1668	1.1918	1.2896	1.2675	1.2178	1.0911	1.2320

Elaboración: Propia

Como se observa la productividad del año 2018 es 1.2320 con una utilidad bruta de S/37,995.82.

En la Tabla 86 se muestra el resumen de los ingresos mensuales estimados para el año 2018 en base a la implementación de las mejoras propuestas.

Tabla 87 Beneficio Con Mejora

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	2019
Cantidad	68	53	66	60	57	59	60	55	47	41	36	33	635
Ingresos	21843.60	17379.00	19485.10	17946.60	17421.00	18817.10	19124.50	17305.70	16198.00	14027.70	12093.80	10160.10	201802.20
Costos y Gastos	15661.37	12715.34	15268.48	14524.08	13493.80	14423.91	15319.46	13323.51	11374.36	10168.94	9105.54	8662.39	154041.18
Utilidad Bruta	6182.23	4663.66	4216.62	3422.52	3927.20	4393.19	3805.04	3982.19	4823.64	3858.76	2988.26	1497.71	47761.02
Productividad	1.3947	1.3668	1.2762	1.2356	1.2910	1.3046	1.2484	1.2989	1.4241	1.3795	1.3282	1.1729	1.3101

Elaboración: Propia

Como se puede observar tanto la utilidad bruta aumenta en un 25.7% y la productividad aumenta en un 6.34%, esto se debe a la reducción de costos y gastos en un 5.96%. Esto nos indica que la propuesta es favorable.

5.8.2.6. Beneficio cualitativo

A continuación, se citan algunos beneficios cualitativos que se obtendrán luego de implementar las propuestas de mejora.

- Percepción de un almacén limpio y ordenado
- Áreas de trabajo ordenadas y señalizadas
- Operación del proceso fluido y ordenado
- Personal más competente

Producto de la implementación de la propuesta de mejora se logrará resultados positivos en la entrega del producto terminado.

5.8.3. ANALISIS COSTO- BENEFICIO

En la Tabla 88 se muestra el costo de la propuesta por mes, con la finalidad de conocer su variación mensual y el total.

Tabla 88 Costos de la propuesta mensuales

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Plan de capacitación		385.00	1400.00	85.00	95.00	95.00							2,060.00
Implementación de las 5's							46.60						46.60
Implementación de área de aislamiento		609.40											609.40
Útiles de Escritorio		247.51	15.8	29.7	15.8	29.7	15.8	29.7	15.8	29.7	15.8	29.7	475.01
Total		1241.91	1415.8	114.7	110.8	124.7	62.4	29.7	15.8	29.7	15.8	29.7	3191.01

Elaboración: Propia

Como se observa el costo final asciende a S/3,191.01. En la Tabla 89, se muestra el análisis de costo beneficio, imprescindible para la decidir si se implementa la mejora de propuesta planteada y determinar su viabilidad.

Por otro lado, dado que la implementación de la mejora eliminará los costos de horas extras y costos por reprocesos mostrados en la Tabla 15 y Tabla 16 respectivamente, la suma de ambos es el ahorro estimado.

Tabla 89 Costo-Beneficio de la propuesta

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Ahorro estimado	534.41	575.87	655.76	754.53	691.08	726.78	1071.32	1196.71	1186.28	898.25	825.16	649.05	9765.20
Costo de la propuesta		1241.91	1415.80	114.70	110.80	124.70	62.40	29.70	15.80	29.70	15.80	29.70	3191.01
Beneficio	534.41	-666.04	-760.04	639.83	580.28	602.08	1008.92	1167.01	1170.48	868.55	809.36	619.35	6574.19

Elaboración: Propia

Se puede observar que al tener un ahorro estimado de S/. 9,765.20 y al asumir el costo total para la implementación de las propuestas de mejora, aún se obtiene un beneficio económico de S/ 6,574.19. Esto quiere decir que, para asumir la implementación de la mejora, la empresa no hubiera tenido un gasto adicional, ya que se hubiera asumido ese costo con el ahorro estimado.

Para el análisis del Costo-Beneficio no se considera el comportamiento de otras metalmecánicas, ya que actualmente en la ciudad de Arequipa, las metalmecánicas dedicadas a productos eléctricos, en su gran mayoría usan la tercerización como alternativa de venta y no se dedican a la fabricación del producto en sí.

6. CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. Se elaboró una propuesta para la mejora del proceso de Fabricación de tableros eléctricos de una metalmecánica en la ciudad de Arequipa, para la reducción de costos.
2. Se elaboró un diagnóstico de la situación actual de la empresa metalmecánica mediante un análisis de productos, análisis del proceso, análisis de datos 2017 y 2018, análisis visual y análisis del capital humano, encontrando siete causas que generan costos adicionales.
3. Se identificaron las causas de los problemas existentes en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro; destacando la falta de capacitaciones con un 20.06%, la falta de homologación del soldador con una participación del 19.11% y la ausencia de procedimientos (planificación y elaboración) con un 16.24% ponderados en la matriz de priorización.
4. Se desarrollaron seis propuestas de mejora para mitigar los problemas encontrados en el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro. Estas propuestas eliminan las demoras y los reprocesos, disminuyendo el tiempo de fabricación en el DAP, en un 7.45% y eliminando el costo en horas extra y costo de materiales por reprocesos. Por lo que los costos anuales se reducen en un 5.96% de S/. 163,806.38 a S/. 154,041.18 y la productividad mejoraría en un 6.34%.
5. Finalmente se realizó un análisis costo/beneficio entre el proceso actual y la mejora propuesta para el proceso de Fabricación de Tableros Eléctricos en acero negro, donde se determinó que la propuesta es rentable al obtenerse un beneficio anual de S/. 6,574.19 con una inversión de S/3,191.01.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis situacional después de un periodo de seis meses, una vez ejecutada la propuesta de mejora en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en acero negro, con el fin de asegurar la correcta implementación y la mejora continua de la misma.
- Se recomienda realizar un análisis de tiempo de forma trimestral, con el fin controlar que los tiempos de producción no excedan a los propuestos.
- Realizar un análisis Costo-Beneficio de la propuesta de mejora de fabricación de tableros eléctricos en acero negro, con el fin de evaluar si se están obteniendo los beneficios positivos mes a mes y no se estén incurriendo en otros gastos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Barrio, J. F. (1990). *Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. Madrid, España: Fundación Cofemental.
- Benites Aliaga, V. S. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa metalmecánica de sistemas de Izajes para Centros Mineros*. Perú, Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Bravo, J. (2008). *Gestión de procesos (alineados con la estrategia)* (Cuarta ed.). Chile, Santiago: Evolución.
- Crosby, P. (1979). *Quallity is free* (Primera ed.). España, Madrid: Mc Graw Hill Education.
- Española, R. A. (2014). *Diccionario de la lengua española* (Vigésima cuarta ed.). España, Madrid.
- García Cantú, A. (2011). *Productividad y reducción de costos*. Mexico: Trillas Sa De Cv.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing : concepto, técnicas e implantación*. Madrid, España: E.O.I. Escuela de Organización Industrial.
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). España, Madrid: Mc Garw Hill Education.
- Hoyle, D., & Thompson, J. (2002). *Del Aseguramiento a la Gestión de la calidad* (Primera ed.). Madrid, España: AENOR.
- Ishikawa, K. (1976). *Guía de control de calidad*. Tokio: Tokio: Organización Asiática de Productividad.
- Jiménez Bielich, M. B. (2017). *Propuesta de Reducción de Tiempo de Entrega en el proceso productivo de una Metalmecánica*. Perú, Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- M. Chevalier, J. (2006). *Arbol de problemas*. SAS 1.0.
- Madariaga Neto, F. (2019). *Lean Manufacturing*. Creative Commons.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel*. McGraw-Hill.

- Niebel, B., & Freivalds, A. (2013). *Ingenieria Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo* (Tridécima ed.). España, Madrid: McGraw-Hill Higher Education.
- Palacios Gómez, M. (2018). *Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción en la empresa textil Dacord S.R.L.* Perú, Lima: Universidad César Vallejo.
- Producción, M. d. (2019). Lima.
- Prokopenko, J. (1989). *Gestion de la Productividad. Manual práctico* (Primera ed.). Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo.
- Rey Sacristan, F. (2005). *Las 5S. Orden y Limpieza en el puesto de Trabajo*. España, Madrid: Fundacion Cofemetal.
- Robbins, S. P. (2005). *Administración* (Octava ed.). México: Editorial Pearson.
- Socconini, L. (2008). *Lean manufacturing paso a paso*. Mexico DF: Norma.
- Torres Gallardo, R. D. (2014). *Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica*. Perú, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Werther, J. W. (2000). *Administración de personal y recursos humanos* (Cuarta ed.). España, Madrid: Mc Graw Hill Education.

8. ANEXOS

Anexo 1 Manual de Orden y Limpieza propuesto

LOGO DE LA EMPRESA

MANUAL DE ORDEN Y LIMPIEZA (MAN-001)

VERSION: 00

ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jefe de Producción y Asistente de Logística	Administradora	Gerente General
<< Firma >>	<< Firma >>	<< Firma >>
<<Fecha>>	<<Fecha>>	<<Fecha>>

LOGO DE LA EMPRESA	MANUAL DE ORDEN Y LIMPIEZA	Código: MAN-001
		Versión: 00
		Página: Página 2 de 3

1. OBJETIVO

Describir los lineamientos a seguir, para mantener los lugares de trabajo limpios y ordenados con seguridad e higiene.

2. ALCANCE

Este manual se aplicará a la empresa metalmeccánica.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **Orden:** Colocar los elementos en el sitio que le corresponde a cada uno. |
- **Limpieza:** Eliminar o disminuir suciedad en un ambiente u elemento.

4. RESPONSABILIDADES

Es responsable del cumplimiento del manual, el personal operativo, así como el Jefe de Producción y Asistente de Logística, y el seguimiento y control es responsabilidad de la Administradora.

5. ANEXOS

Cronograma de limpieza

6. NORMAS DE ORDEN Y LIMPIEZA

- ✓ Cada operador es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo, así como herramientas
- ✓ El operario debe considerar su jornada laboral concluida, una vez los recursos empleados estén recogidos y guardados en su sitio.
- ✓ Los materiales de trabajo no deben de obstruir los pasillos y vías de acceso
- ✓ Los elementos en desuso deben eliminarse inmediatamente
- ✓ Los desperdicios se depositarán en los tachos rotulados, culminando el trabajo.
- ✓ Se deberá almacenar cada elemento en la ubicación que corresponde.

7. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Ordenar y limpiar las zonas asignadas en el área de Producción y/o almacén	Según cronograma
2. Inspeccionar el área luego de haber sido ordenada y limpiada y levantar observaciones en caso hubiera	Según cronograma
3. Levantar observaciones encontradas	Según cronograma

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACION DEL GERENTE GENERAL

LOGO DE LA EMPRESA	MANUAL DE ORDEN Y LIMPIEZA	Código: MAN-001
		Versión: 00
		Página: Página 3 de 3

4. Revisar que las observaciones hayan sido levantadas correctamente para concluir el procedimiento, caso contrario se deberá retornar a la actividad 03.	Según cronograma
5. Fin del procedimiento	Según cronograma

3. ANEXOS

✓ [Cronograma de Limpieza]

Anexo 2 Procedimiento de Planificación propuesto

LOGO DE LA EMPRESA

**PROCEDIMIENTO DE
PLANIFICACION
(PRO-OPE-001)**

VERSION: 00

ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma	Firma	Firma
Fecha:	Fecha:	Fecha:

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACION DEL GERENTE GENERAL

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACION	Código: PRO-OPE-001
		Versión: 00
		Página: Página 2 de 3

1. OBJETIVO

Determinar la metodología para realizar el proceso de planificación de la fabricación de un producto y/o prestación del servicio solicitado por el cliente en la orden de trabajo.

2. ALCANCE

Desde que el Jefe de Producción recibe la Orden de Pedido hasta que se da a conocer la aprobación de la planificación a los dueños de procesos involucrados.

3. REFERENCIAS

- Norma Internacional ISO 9001:2008, Sistema de Gestión de la Calidad.

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **EPP:** Equipo de protección personal
- **Orden de Pedido:** Documento donde se detallan los requisitos del producto/servicio a desarrollar y con la cual se procede a realizar la producción o prestación

5. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

5.4 FABRICACIÓN DE TABLEROS ELECTRICOS

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO O REGISTRO
1. Recepciona orden de pedido	Jefe de Producción: Recepciona del Ejecutivo Comercial la Orden de Pedido del producto a fabricar.	.
2. Elabora planos del producto a fabricar	Jefe de Producción: Una vez recibido la Orden de Pedido elabora los planos del producto a ser fabricado. Envía los planos de fabricación al Asistente de Presupuesto.	
3. Planifica la ejecución de la fabricación y/o servicio	Jefe de Producción: En función de la información de la Orden de Pedido planifica la ejecución de la fabricación. Planifica los materiales que se van a emplear, el recurso humano necesario y la fecha probable de inicio. Registra la planificación en el formato FOR-OPE-001 Planificación del Trabajo .	FOR-OPE-001 Planificación del Trabajo

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACION	Código: PRO-OPE-001
		Versión: 00
		Página: Página 3 de 3

4. Comunica planificación de trabajo	Jefe de Producción Comunica vía correo electrónico al Asistente de Logística y Administrador, lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - La fecha de inicio del trabajo - Asignación de personal para la fabricación del producto/lote. - Los materiales, EPP's, equipos y maquinaria que se requiere. 	
5. Solicita recursos a utilizar	Jefe de Producción: Realiza el Requerimiento de material (FOR-LOG-001) al Asistente de Logística para que Gestione la entrega o compra de los bienes solicitados.	PRO-LOG-001: Requerimiento de material

6. REGISTROS

CODIGO	NOMBRE DEL REGISTRO	RESPONSABLE	MEDIO	ALMACENAMIENTO	RETENCION / DISPOSICION FINAL
FOR-OPE-001	Planificación del Trabajo	Jefe de Producción:	Físico	Archivador Producción	Hasta término de trabajo / Archivo pasivo

7. INSTRUCTIVOS DE TRABAJO

No aplica

8. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA DE REVISION	VERSION	SECCION	DESCRIPCION DEL CAMBIO

9. ANEXOS

- No Aplica

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACION DEL GERENTE GENERAL

Anexo 3 Procedimiento de Fabricación de tableros eléctricos

LOGO DE LA EMPRESA

**PROCEDIMIENTO DE
FABRICACIÓN DE TABLEROS
ELECTRICOS
(PRO-OPE-002)**

VERSION: 00

ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jefe de Producción	Jefe de Producción	Gerente General
<< Firma >>	<< Firma >>	<< Firma >>
<<Fecha>>	<<Fecha>>	<<Fecha>>

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Código: PRO-OPE-002
		Versión: 00
		Página: Página 2 de 7

1. OBJETIVO

Determinar la metodología para realizar el proceso de fabricación de Tableros Eléctricos.

2. ALCANCE

Desde que el cliente solicita la fabricación hasta que el Asesor de ventas gestione la facturación del producto/lote fabricado.

3. REFERENCIAS

- Norma Internacional ISO 9001:2008, Sistema de Gestión de la Calidad.

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **Orden de Pedido:** Documento donde se detallan los requisitos del producto/servicio a desarrollar y con la cual se procede a realizar la producción o prestación.
- **Operador Responsable:** Persona encargado de realizar una actividad dentro del proceso de fabricación de un producto/servicio.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO O REGISTRO
1. Inicio de trabajo	<p>Jefe de Producción: Informa el inicio de la fabricación de Tableros Eléctricos entregando al operador de la actividad inicial lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hoja de Trazabilidad por producto/lote a fabricar. - Planos aprobados del producto/lote a fabricar. - Material requerido. <p>El inicio de la producción se registra en el FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad.</p> <p>Nota 1: En el caso de producir un alto número de unidades, adicionalmente se entregará unos planos de corte para el material, a fin de obtener el máximo número de piezas por plancha metálica.</p>	FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad
2. Corte de material	<p>Operador Responsable: Programa el equipo de corte (Cizalla), para realizar los cortes de acuerdo a las medidas especificadas en los planos.</p> <p>Registra en la Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operador responsable 	FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL.

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Código: PRO-OPE-002
		Versión: 00
		Página: Página 3 de 7

	<ul style="list-style-type: none"> - Firma - Inicio y término de la etapa - Observaciones realizadas <p>Entrega el material cortado junto con los planos y la Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) al operador responsable del troquelado.</p> <p>En caso el producto no requiera ser troquelado o perforado, continua con la actividad 4.</p> <p>Nota 2: Durante el corte se considera un rango de tolerancia aceptable de 1,0 a 1,5 ms.</p>	
3. Troquelado o perforado	<p>Operador Responsable: Revisa que las medidas de las piezas cortadas entregadas estén de acuerdo a las especificaciones de los planos de fabricación.</p> <p>Registra la conformidad u observaciones encontradas en la Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002).</p> <p>Realiza el troquelado/perforado al material recibido siguiendo las indicaciones de los planos.</p> <p>Entrega el material troquelado junto con los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) actualizada al responsable de la siguiente etapa.</p>	FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad
4. Plegado	<p>Operador Responsable: Revisa el material entregado, y registra en la Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) la conformidad u observaciones encontradas en cuanto a las mediciones especificadas en los planos de producción.</p> <p>Programa el equipo de plegado (Plegadora), para realizar el plegado al material entregado de acuerdo con las indicaciones de los planos.</p> <p>Entrega el material plegado junto con los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) actualizada al operador de la siguiente etapa.</p>	FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad
5. Armado y soldadura	<p>Operador Responsable: Revisa el material entregado, y registra en la Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) la conformidad u observaciones encontradas en cuanto a mediciones, y ángulos de plegado especificadas en los planos de producción.</p> <p>Realiza el armado del producto uniendo las piezas con puntos de soldadura, a fin de realizar cualquier modificación posterior.</p> <p>Terminado el armado, realiza una inspección general al producto para confirmar el dimensionamiento exacto de las piezas.</p> <p>Entrega el producto armado junto con los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) actualizada, al responsable de la siguiente etapa.</p>	FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL.

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Código: PRO-OPE-002 Versión: 00 Página: Página 4 de 7
6. Soldadura	<p>Operador responsable: Realiza el soldado total del producto, para lo cual puede utilizar 2 tipos de equipo de soldar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GTAW: Utilizado en espesores de hasta 3 mm - GMAW: Utilizados en espesores superiores a 3 mm <p>Entrega el producto soldado junto con los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) actualizada al responsable de la siguiente etapa.</p>	FOR-OPE-002- Hoja de Trazabilidad
7. Esmerilado	<p>Operador responsable: Realiza el desbaste de los cordones de soldadura con una amoladora.</p> <p>Entrega el producto armado junto con los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) actualizada al responsable de la siguiente etapa.</p> <p>Nota 3: En el caso de material galvanizado, el proceso es tercerizado.</p>	FOR-OPE-002- Hoja de Trazabilidad
8. Pintado	<p>Operador responsable: Realiza el pintado de los productos terminados de acuerdo a los requisitos del cliente (Color de pintura, Tipo de pintura), es realizado en cinco etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ATAQUE CON ÁCIDO: Sumergir los productos en un tanque que contiene ácido fosfórico (H₃PO₄) al 50% (v/v), por aproximadamente 10-15 minutos. - LAVADO Y ENJUAGUE: Una vez retirados los productos del ácido estos son transferidos a otra poza para su lavado y enjuague, utilizando únicamente agua. - SECADO: El producto es colgado en unos ganchos hasta su secado completo a temperatura ambiente. - PINTADO: El producto es llevado a una cabina de pintado donde se aplica la pintura electrostática. - CURADO U HORNEADO: Una vez terminado el pintado se introduce los productos a un horno en el cual permanecen por aproximadamente 15 min a una temperatura de 180C a 250C. <p>Si el horno se encuentra lleno, se colocará en espera el producto, en el espacio de aislamiento para evitar que la pintura se contamine o dañe.</p> <p>Debido a que nuestro horno no cuenta con un estabilizador de temperatura, esperamos que la temperatura llegue a 250C y procedemos a apagar el horno, el tiempo que demora en pasar de 250C a 180C es</p>	FOR-OPE-002- Hoja de Trazabilidad

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Código: PRO-OPE-002
		Versión: 00
		Página: Página 5 de 7

	<p>aproximadamente los 15 minutos requeridos.</p> <p>Una vez enfriado el horno se procede a retirar el material.</p> <p>Entrega el producto pintado junto con los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) actualizada al responsable de la siguiente etapa.</p>	
9. Ensamblado y colocación de accesorios	Operador Responsable: Recibe las piezas pintadas y/o las piezas de INOX y realiza el ensamblado del producto colocando todos los accesorios faltantes, etiquetas, logos y especificaciones del producto.	
10. Comunica el término de la producción	Operador Responsable: Una vez concluido el proceso de fabricación comunica al jefe/responsable de producción la culminación del proceso de fabricación y entrega los planos y Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) del producto fabricado.	FOR-OPE-002: Hoja de Trazabilidad
11. Inspección del Producto	<p>Jefe de Producción: Supervisa la conformidad del producto final, para lo cual selecciona una muestra representativa.</p> <p>Una vez seleccionada la muestra se procede a verificar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones, utilizando un Flexómetro. - Grosor de pintura, utilizando un Medidor de espesor de Película - Dimensiones de ángulos, utilizado un Goniómetro. - Acabado, inspección visual. - Requisitos específicos del cliente. <p>La conformidad del producto es calculada de acuerdo a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mas del 50% de productos no conforme - Mas del 70% <p>Las verificaciones son registradas en FOR-OPE-003: Reporte de Calidad.</p> <p>Nota 4: Para el caso del grosor de pintura éste debe encontrarse entre 70-100 micras, si el producto tuviera un grosor menor a 70 micras se realiza un repintado.</p>	FOR-OPE-003: Reporte de Calidad
12. Conformidad del Producto	Jefe de producción: En caso el producto/lote final se encuentre conforme, el jefe de Producción registra su firma en el FOR-OPE-003: Reporte de Calidad como señal de liberación del producto/lote.	FOR-OPE-003: Reporte de Calidad
13. Embalaje	Operador Responsable: Una vez recibida la conformidad del producto/lote, procede a realizar el	

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL GERENTE GENERAL

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Código: PRO-OPE-002
		Versión: 00
		Página: Página 6 de 7

	embalaje del producto/lote para su envío al cliente.	
14. Comunica la aprobación del producto / lote fabricado	Jefe de Producción: Comunica al ejecutivo comercial la culminación del producto/lote, para su gestión de entrega al cliente.	
15. Control de trabajo	Jefe de producción: Completa el formato de control de trabajo, reportando la cantidad de materiales utilizados.	
16. Archiva documentación generada	Jefe de producción: Archiva la documentación generada durante la fabricación del producto: <ul style="list-style-type: none"> - Hoja de trazabilidad (FOR-OPE-002) - Reporte de calidad (FOR-OPE-003) - Certificado de Garantía (FOR-OPE-004) - Control de Trabajo (FOR-OPE-005) - Requerimiento de materiales (FOR-LOG-001) - Orden de Pedido o Servicio Asistente de Logística: Archiva una copia de Formato de Control de Trabajo (FOR-OPE-005)	FOR-OPE-002: FOR-OPE-003 FOR-OPE-004 FOR-OPE-005 FOR-LOG-001

6. REGISTROS

CODIGO	NOMBRE DEL REGISTRO	RESPONSABLE	MEDIO	ALMACENAMIENTO	RETENCION / DISPOSICION FINAL
FOR-OPE-002	Hoja de Trazabilidad	Jefe de Producción	Físico	Archivador Producción	3 años / Eliminación
FOR-OPE-003	Reporte de Calidad	Jefe de Producción	Físico	Archivador Producción	3 años / Eliminación
FOR-OPE-004	Certificado de Garantía	Jefe de Producción	Electrónico	PC Jefe de Producción	Back Up/ Indeterminado
FOR-OPE-005	Control de Trabajo	Jefe de Producción	Físico	Archivador Producción/ Archivador Logística	Back Up/ Indeterminado

7. INSTRUCTIVOS DE TRABAJO

No aplica

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACION DEL GERENTE GENERAL

LOGO DE LA EMPRESA	PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	Código: PRO-OPE-002
		Versión: 00
		Página: Página 7 de 7

8. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA DE REVISION	VERSION	SECCION	DESCRIPCION DEL CAMBIO

9. ANEXOS

No Aplica.

9. APENDICES

Apéndice 1 Costo Software Logístico

	<p>Concar Softcom Sql 13.54 Facturacion Almacen Logistico</p> <p>S/ 800</p> <p>Envío gratis</p>
	<p>Software Compras Ventas Almacenes Logistica - Isis Gestión</p> <p>S/ 590</p> <p>Envío gratis</p>

Apéndice 2 Costo Excel Básico e Intermedio

INTRODUCCIÓN

Microsoft Excel es un administrador de hojas de cálculo, que le permite al usuario realizar diversas operaciones matemáticas, que van desde las más simples hasta las más complejas. Excel proporciona al usuario una serie de herramientas: Funciones, Comandos, Asistentes, etc. que le permiten desarrollar hojas de cálculo que pueden ser útiles en distintas áreas de trabajo.

PERFIL ACADÉMICO

- Los alumnos al culminar el curso estarán en la capacidad de realizar hojas de cálculo profesionales.
- Podrán desarrollar habilidades para manejar y aplicar apropiadamente las teclas rápidas para agilizar el trabajo y la digitación rápida para realizar trabajos administrativos y profesionales.
- Tendrán iniciativas de investigación en el área de matemáticas, para ampliar los trabajos que se puede desarrollar en el entorno de Excel, el cual les permite tener ubicación frente a las competencias que rige la nueva sociedad globalizada.

CONTENIDO

- Entorno del Microsoft Excel
- Tipos de datos y formas de ingreso de los mismos
- Operadores para crear fórmulas
- Referencias de celdas
- Funciones matemáticas
- Funciones de conteos y sumas condicionales
- Funciones de fecha
- Funciones de texto
- Funciones condicionales y lógicas
- Funciones de búsqueda y referencia
- Formatos de número
- Formatos de fecha
- Opciones de alineación
- Gráficos estadísticos
- Opciones de diseño de página
- Opciones de impresión



Inversión
S/.85.00

- ✓ **Duración:** 1 mes.
- ✓ **Pre-requisito:** Informática Básica.
- ✓ **Nº de sesiones:** 20 sesiones.
- ✓ **Nº de horas:** 40 horas académicas.
- ✓ **Dirigido a:** Estudiantes de secundaria, Estudiantes de institutos y universidades. Público en general.

Nombre *

Correo electrónico *

Celular *

PRE-INSCRIBIRSE

WHATSAPP

INTRODUCCIÓN

El Curso de Excel Intermedio es la continuación en el aprendizaje del Excel Básico. En este nivel se prepara para la gestión de bases de datos, aprovechamiento de herramientas cálculos automáticos para el análisis de información y soluciones de hipótesis.

PERFIL ACADÉMICO

• Al término del curso el alumno gestionará con facilidad bases de datos, obtendrá información en forma rápida y fácil con herramientas de cálculos automáticos.

CONTENIDO

- Ordenar datos
- Filtros básicos y avanzados
- Formatos condicionales
- Validación de datos
- Subtotales
- Consolidar
- Tablas y gráficos dinámicos
- Funciones de base de datos
- Funciones matriciales
- Buscar Objetivo
- Solver
- Escenarios



Inversión
\$/.95.00

- ✓ **Duración** : 1 mes.
- ✓ **Pre-requisito** : Informática Básica, Excel Intermedio.
- ✓ **Nº de sesiones** : 20 sesiones.
- ✓ **Nº de horas** : 40 horas académicas.
- ✓ **Dirigido a** : Estudiantes de secundaria, Estudiantes de institutos y universidades. Público en general.

Nombre *

Correo electrónico *

Celular *

PRE-INSCRIBIRSE

WHATSAPP

Apéndice 3 Costo Excel Avanzado

INTRODUCCIÓN

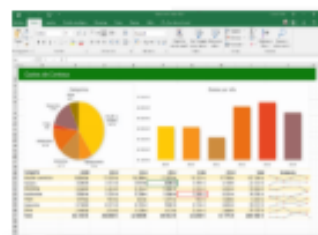
Este curso esta diseñado para personas que desean aprender a automatizar procesos desde el Excel y automatización de gestión de bases de datos con formularios en VBA (Visual Basic para Aplicaciones).

PERFIL ACADÉMICO

- Desarrollar habilidades y capacidades en los participantes para el manejo de la herramienta de Microsoft Excel Nivel Avanzado a través de una práctica cognitiva, cooperativa, lógica y experiencial, encaminada a la resolución de problemas encontrados en la vida cotidiana de los centros laborales y personales.

CONTENIDO

- Introducción al entorno de VBA y crear funciones personalizadas o definidas por el usuario.
- Uso de controles de formulario en la hoja de Excel.
- Automatizar procesos de Excel con controles de formularios.
- Automatizando procesos grabando macros.
- Crear una Interfaz de usuario o Formulario en VBA



Inversión
S/.95.00

- ✓ **Duración** : 1 mes.
- ✓ **Pre-requisito** : Informática Básica, Excel Básica, Excel Intermedia.
- ✓ **Nº de sesiones** : 20 sesiones.
- ✓ **Nº de horas** : 40 horas académicas.
- ✓ **Dirigido a** : Estudiantes de secundaria, Estudiantes de institutos y universidades. Público en general.

Nombre *


Correo electrónico *

Celular *


PRE-INSCRIBIRSE

WHATSAPP

Apéndice 4 Costo Curso Administración Logística



CURSO DE ADMINISTRACIÓN LOGÍSTICA



MÁS INFORMACIÓN

INTRODUCCIÓN

La misión fundamental de la logística es colocar los productos, bienes y servicios, en el lugar adecuado, en el momento preciso y en las condiciones óptimas, para contribuir lo máximo posible a la rentabilidad de la empresa.

OBJETIVOS

Al finalizar el curso los participantes conocerán las actividades de logística en el área operativa de almacenes, así como la función de compras de suministros.

DIRIGIDO A

Profesionales que laboren en áreas de logística interesados en conocer el proceso de la gestión logística.

CONTENIDOS GENERALES

- Logística: Presentación y evolución, introducción, definiciones, objetivos.
- La cadena de suministros: Conceptos, fases y objetivos.
- Función de abastecimiento.
- Proveedores, evolución de las compras.
- Función de inventarios.
- Distribución física y MRP.
- Distribución física y costos logísticos.

METODOLOGÍAS

Metodología activa, se promoverá el trabajo autónomo y cooperativo, así como el aprendizaje basado en proyectos. De esta manera, se fomentará la participación activa de los alumnos, mediante exposiciones grupales, análisis de documentos y videos, trabajos en equipo, debates, entre otras estrategias.

FECHA INICIO

01
DE JUNIO

DURACIÓN

24
horas académicas
(8 Sesiones)

HORARIO

SÁBADOS
DE 17:30 A 19:45 H

INVERSIÓN

S/.,385.00

- Incluye:
 - Material de consulta
 - Certificado a nombre del Instituto del Sur

Apéndice 5 Costo de Homologación de soldadores

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA – Ctsol-AREQUIPA

1er Semestre 2019

UNA COMPANIA ESAB

PROGRAMA DE CURSOS ESPECIALIZADOS Ctsol - AREQUIPA 2019

CURSOS PRÁCTICOS	ENERO							FEBRERO							MARZO							ABRIL							MAYO							JUNIO						
	02 al 04	07 al 13	14 al 18	21 al 25	28 al 03	04 al 08	11 al 15	18 al 22	25 al 01	04 al 08	11 al 15	18 al 22	25 al 29	01 al 05	08 al 12	15 al 19	22 al 26	29 al 03	06 al 10	13 al 17	20 al 24	27 al 01	03 al 07	10 al 14	17 al 21	24 al 28																
PROCESO SMAW 3G Y 4G																																										
PROCESO FCAW GMAW 3G Y 4G																																										
TUBERÍA SMAW DESCENDENTE 6G																																										
TUBERÍA SMAW ASCENDENTE 6G																																										
TUBERÍA GTAW 6G																																										
TUBERÍA MOTO GTAW - SMAW 6G																																										
TUBERÍA FCAW INNERSHIELD																																										
CURSO INTEGRAL BÁSICO SMAW 1 MES																																										

CURSOS	PRECIO (\$) / (INCLUYE IGV)	
	1 SEMANA	2 SEMANAS
Proceso SMAW 3G y 4G	1200	1900
Proceso FCAW 3G Y 4G	1400	2400
Proceso GMAW 3G y 4G	1400	2400
Proceso SMAW 6G (Tubería Vertical Ascendente)	1400	2200
Proceso SMAW 6G (Tubería Vertical Ascendente)	1400	2200
Proceso GTAW 6G (Tubería Vertical Ascendente)	1600	3000
Proceso GTAW - SMAW 6G (Tubería Vertical Ascendente)	1500	2800
Proceso FCAW 6G - INNERSHIELD (Tubería Vertical Ascendente)	1700	2900
Curso Integral SMAW - 1 Mes	3600	

82 PARTICIPANTES POR CABA EN TODOS LOS CURSOS DESCRITOS

Apéndice 6 Costos materiales área de aislamiento



Malla rashell azul rollo x 100m

Proporcionan sombra uniforme en distintos porcentajes. Reduce la radiación solar y controla al paso del aire.

Ver precio y stock por Tienda:

S/ 559.90

sku: 2243717

Precios y stock actualizados el 19/06/2019 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.



Rollo estirable film 15'''

Rollo Stretch Film 15.

Ver precio y stock por Tienda:

S/ 16.50

sku: 420034

Precios y stock actualizados el 19/06/2019 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

Apéndice 7 Útiles de aseo



Kleine - Escoba + Recogedor Verde

Escoba + Recogedor

Ver precio y stock por Tienda:

Arequipa ▼

S/ 17.90

sku: 2657112

Precios y stock actualizados el 19/06/2019 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.



Trapeador multiuso de algodón

Trapero Algodon Si C/Ojal 50x50

Ver precio y stock por Tienda:

Arequipa ▼

S/ 5.90

sku: 1863878

Precios y stock actualizados el 19/06/2019 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

Apéndice 8 Útiles de Escritorio



Papel Bond Blanco Xerox A4 75 Grs 500 Hojas 98 Brillante

S/ 13⁹⁰

Lima



**Topex - Cinta de Embalaje 2" x 100 m
Transparente**

Cinta de Embalaje

Ver precio y stock por Tienda:

Arequipa

S/ 7.90

sku: 1100564

Precios y stock actualizados el 19/06/2019 7:15am

Precios referenciales y sujetos a variaciones.

Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.

Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.



★★★★★ (0)

Epson
Tinta DuraBrite 220 Negro

SKU:354236-X

EXCLUSIVO WEB

S/ 81.66 C/U



★★★★★ (0)

Epson
Tinta DuraBrite 220 Magenta

SKU:354238-6

EXCLUSIVO WEB

S/ 50.65 C/U



★★★★★ (0)

Epson
Tinta DuraBrite 220 Cyan

SKU:354237-8

EXCLUSIVO WEB

S/ 50.65 C/U



★★★★★ (0)

Epson
Tinta DuraBrite 220 Yellow

SKU:354239-4

EXCLUSIVO WEB

S/ 50.65 C/U